www.hollanduniversity.org

نظريات وتطبيقات

فسيولوچيا الرياضة

الدكتور

أحمد نصر الدين سيد

أستاذ فسيولوچيا الرياضة المساعد بقسم علوم الصحة الرياضية- كلية التربية الرياضية للبنين بالقاهرة جامعة حلوان

أستاذ الفسيولوچيا وعلوم الصحة الرياضية المشارك قسم التربية الرياضية - كلية التربية - جامعة البحرين

الطبعة الأولى
١٤٢٤هـ/٢٠٠٣م

ملتزم الطبع والنشر

دار الفكر العربي

٩٤ شارع عباس العقاد - مدينة نصر - القاهرة

ت: ٢٧٥٢٩٨٤ - فاكس: ٢٧٥٢٧٣٥

١٦ شارع جواد حسني - ت: ٣٩٣٠١٦٧

www.darelfikrelarabi.com
INFO@darelfikrelarabi.com

www.hollanduniversity.org

٦١٣,٧ أحمد نصر الدين سيد.
أ ح ن ظ نظريات وتطبيقات فسيولوچيا الرياضة/ أحمد نصر الدين سيد. ـ القاهرة: دار الفكر العربى، ٢٠٠٣.
٢٧٦ ص: إيض؛ ٢٤ سم.
ببليوجرافية: ص ٢٧٣ - ٢٧٦.
تدمك: ٦ - ١٧٩٢ - ١٠ - ٩٧٧.
١ ـ الفسيولوچيا. ٢ ـ اللياقة البدنية. أ ـ العنوان.

التصميم والإخراج الفنى
هدى الدين فتحى الشلودى

رقم الإيداع: ١٠١٠٥ / ٢٠٠٣

تنفيذ وطباعة الكتاب: مطبعة البردى بالعاشر من رمضان

رقم الإيداع	١٠١٠٥/ ٢٠٠٣
I. S. B. N الترقيم الدولى	977 - 10 -1792 - 6

www.hollanduniversity.org

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ ... فَأَمَّا الزَّبَدُ فَيَذْهَبُ جُفَاءً وَأَمَّا مَا يَنفَعُ النَّاسَ فَيَمْكُثُ فِي الأَرْضِ ... ﴿١٧﴾ ﴾.

[الرعد]

صدق الله العظيم

إهداء...

«إلى والدتى العظيمة... التى أضاءت لى نور العلم».

«وإلى روح والدى الحبيب..

وروح شقيقى العزيز مصطفى نصر الدين...

رمزا الكفاح والصبر».

«إلى زوجتى وأبنائى: غادة - نُهى - محمد - علياء».

أهدى هذا الجهد المتواضع،

أحمد نصر الدين

www.hollanduniversity.org

مقدمة

قدمت جهود التأليف فى مجال فسيولوجيا الرياضة والتدريب قدرا متميزا من المراجع والإصدارات ذات القيمة العلمية الكبيرة التى أفاد منها الدارسون والمدربون، والباحثون ومختلف فئات العاملين فى مجالات التربية البدنية والرياضية، مما استكمل للمكتبة العربية جانبا حيويا فى هذا المجال، وكان لذلك أثره الفاعل فى الارتقاء بالمستوى العلمى للمتخصصين والمهتمين بدراسة هذا العلم.

يحاول الجهد المتواضع فى هذا الكتاب أن يقدم للقارئ دمجا مبسطا للمعلومات والحقائق النظرية لفسيولوجيا الرياضة مرتبطة بطرق القياس والتقويم القابلة للتطبيق العملى والميدانى للمدرب، والذى يمكنه من خلالها الحكم على مستويات اللياقة الفسيولوجية الخاصة بلاعبيه دون الحاجة إلى إجراءات معقدة، كما يقدم فى نفس الوقت بعضا من الطرق والإجراءات المعملية لفحوص فسيولوجيا الرياضة التى يستطيع أن يجريها الباحث المتخصص فى هذا المجال، ويستطيع الطالب الدارس لبكالوريوس التربية الرياضية والخريجون فى هذا المجال أن يقوموا بتطبيقها فى المدارس والأندية ومراكز الشباب بشكل محدد يمكنهم من الوقوف على جانب كبير من مؤشرات اللياقة الفسيولوجية.

من الملاحظ أن معظم الطلاب الدارسين لمقرر فسيولوجيا الرياضة فى مختلف أقسام وكليات التربية الرياضية يتعرضون مباشرة لدراسة موضوعات هذا العلم دون معرفتهم السابقة لأسس التدريب الرياضى ومعنى ومكونات حمل التدريب، حيث تأتى دراستهم لمثل هذه الموضوعات فى مقررات أو سنوات دراسية لاحقة لدراسة فسيولوجيا

www.hollanduniversity.org

الرياضة، فى حين تستدعى دراسة هذا العلم ضرورة الوقوف على أسس ومبادئ التدريب الرياضى كقاعدة لفهم التطبيقات المرتبطة به، وهذا ما يحاول تقديمه هذا الكتاب فى فصله الأول كمدخل للدراسة.

واستجابة للهدف الذى يسعى إلى تحقيقه هذا الكتاب فقد تم تقسيم موضوعاته إلى أحد عشر فصلا، يتطرق **الفصل الأول** منها إلى مدخل النظرية والتطبيق فى فسيولوجيا الرياضة متناولا المفاهيم الأساسية لهذا العلم وبعض مصطلحات فسيولوجيا الرياضة والجهد البدنى، كما يتعرض لشرح موجز لحمل التدريب الرياضى؛ مفهومه وأنواعه ومكوناته والمبادئ الفسيولوجية للتدريب الرياضى.

ويشرح **الفصل الثانى** من الكتاب حركة الجسم وفسيولوجية الجهاز العصبى العضلى، وأنواع الألياف العضلية وخصائصها الفسيولوجية وتأثير التدريب الرياضى على نوعية الألياف والمستحدث فى هذا الجانب من الدراسة.

ويناقش **الفصل الثالث** موضوع اللياقة العضلية العصبية كموضوع متكامل من الأداء الوظيفى مركزا على عناصر ثلاثة للياقة هى: القوة العضلية والسرعة والتحمل العضلى، ويتعرض هذا الفصل إلى شرح مفصل لتأثيرات التدريب الرياضى على اللياقة العضلية العصبية يقدمه المؤلف كتلخيص لنتائج العديد من الدراسات والبحوث وعرض المؤلفات والمراجع المتخصصة فى هذا الموضوع، كما يعرض الفصل نماذج متعددة لاختبارات اللياقة العضلية العصبية التى يمكن أن يفيد منها القارئ إلى درجة كبيرة والتى تتراوح ما بين الطرق المختبرية والطرق والوسائل الميدانية التى لا تحتاج إلى تجهيزات خاصة.

ويشرح **الفصل الرابع** موضوع اللياقة اللاهوائية واختباراتها، بينما يتعرض **الفصل الخامس** إلى موضوع التغذية كأساس للأداء الإنسانى، وعناصر التغذية وكيفية الاستفادة التطبيقية من دراستها فى المجال الرياضى، ويقدم هذا الفصل توضيحا مفصلا لنظام التعبئة الجليكوجينية والاستفادة منه فى مجال رياضات التحمل، كما يعرض الآثار الجانبية ومساوئ استخدام هذا النظام مع تقديم النظام المعدل والبديل له، ويعرض الإرشادات الخاصة بتناول الأغذية والسوائل عند ممارسة الرياضة.

www.hollanduniversity.org

ويربط **الفصل السادس** من الكتاب موضوع التغذية بمجال الطاقة؛ نظرياتها وطرق الاستفادة منها فى المجال الرياضى، بينما يعرض **الفصل السابع** من الكتاب موضوع الجهد البدنى وفسيولوجية الغدد الصماء مع توضيح استجابات الهرمونات للجهد البدنى على نحو مفصل.

ويعرض **الفصل الثامن** فسيولوجية الجهاز القلبى الوعائى: القلب والأوعية الدموية وفسيولوجية وتركيب الدم واستجاباتها للجهد البدنى، ويعرض الفصل الإجراءات التطبيقية لقياسات ضغط الدم ومعدل النبض وكيفية تقدير حجم الدفع القلبى فى خطوات مبسطة للقارئ.

ويقدم **الفصل التاسع** موضوع العمليات التنفسية وارتباطاتها بالجهد البدنى ومؤشرات اللياقة الخاصة بذلك، ويتناول **الفصل العاشر** نظريات اللياقة الهوائية واختباراتها التطبيقية المباشرة وغير المباشرة، مع تعريف القارئ بطرق وأسس إجراء هذه القياسات وكيفية تقويم النتائج الخاصة بها.

ويختتم الكتاب موضوعاته **بالفصل الحادى عشر** الذى يعرض شرحا مفصلا لموضوع التركيب الجسمى والقياسات الأنثروبومترية للرياضيين محاولا تعريف القارئ بأهم مكونات التركيب الجسمى وطرق تقدير كل من الكتلة العضلية والعظمية والدهنية بالجسم، مع توضيح القياسات النموذجية الخاصة بذلك، وطرق تقويم النتائج المرتبطة بقياسات الرياضيين وغير الرياضيين.

وحيث يمثل هذا الكتاب جهدا علميا متواضعا، ومحاولة مخلصة لاستكمال بعض الجوانب التى يسعى إليها كل من الدارس والمدرب والباحث المتخصص فى هذا المجال؛ لذا يكون الأمل فى أن يحظى مجمل ما وضع بهذا الكتاب بالتوفيق من الله سبحانه وتعالى، وأن ينال قبول القارئ العربى فى كل مكان.

والله ولى التوفيق،،

المؤلف

www.hollanduniversity.org

محتويات الكتاب

الموضوع	الصفحة
مقدمة	٥
الفصل الأول	
مدخل إلى النظرية والتطبيق فى فسيولوجيا الرياضة	١٧
أولا - المفاهيم الأساسية	١٩
ثانيا - مصطلحات فسيولوجيا الرياضة والجهد البدنى	٢٠
ثالثا - حمل التدريب الرياضى: أنواعه- مكوناته- درجاته	٢٤
رابعا - المبادئ الفسيولوجية للتدريب الرياضى	٢٨
الفصل الثانى	
حركة الجسم وفسيولوجية الجهاز العصبى العضلى	٣٣
- مقدمة	٣٥
- العضلات الهيكلية وحركة الجسم	٣٦
- الانقباضة العضلية البسيطة والعوامل المؤثرة عليها	٣٨
- التعب العضلى	٤١
- الألم العضلى	٤٣
- التقلص العضلى	٤٣
- النعمة العضلية للجسم	٤٤
- الوحدة الحركية والاتصال العصبى العضلى	٤٤
- الاتصال العصبى العضلى	٤٦

www.hollanduniversity.org

الموضوع	الصفحة
- أنواع الألياف العضلية وخصائصها الفسيولوجية	٤٧
- تأثير التدريب الرياضى على نوعية الألياف العضلية	٥١
- أشكال الانقباض العضلى وأنواعه	٥٢
الفصل الثالث	
اللياقة العضلية العصبية واختباراتها	٥٧
- معنى ومفهوم اللياقة العضلية العصبية	٥٩
أولا - القوة العضلية: أنواعها- العوامل الفسيولوجية المؤثرة عليها	٥٩
ثانيا - السرعة: أنواعها- العوامل الفسيولوجية المؤثرة عليها	٦٢
ثالثا - التحمل العضلى: أنواعه- العوامل الفسيولوجية المؤثرة عليها	٦٣
- تأثيرات التدريب الرياضى على اللياقة العضلية العصبية	٦٤
- اختبارات اللياقة العضلية العصبية	٦٩
أولا - اختبار عينة النسيج العضلى Muscular Biopsy Test	٧٠
ثانيا - اختبار قوة الانقباض العضلى (القوة العضلية)	٧١
١- قياس قوة القبضة	٧١
٢- استخدام اختبار قوة القبضة فى قياس التحمل العضلى	٧٤
٣- قياس قوة عضلات الظهر	٧٤
٤- قياس قوة عضلات الرجلين	٧٤
٥- اختبار القوة العضلية بطريقة البولى - دينا مومترى	٧٥
- القوة الكلية والقوة النسبية	٧٧
- تقييم مستويات القوة العضلية	٧٨
ثالثا - اختبارات معدل التردد الحركى	٧٨

www.hollanduniversity.org

الموضوع	الصفحة
الفصل الرابع	
نظريات وتطبيقات اللياقة اللاهوائية واختباراتها	٨٣
- اللياقة اللاهوائية	٨٥
أولا - العناصر البدنية المرتبطة بنظام الطاقة الفوسفاتى	٨٦
ثانيا - العناصر البدنية المرتبطة بنظام طاقة حامض اللاكتيك	٨٦
- أنواع القدرات اللاهوائية	٨٦
- عجز الأكسجين - الدين الأكسجينى	٨٧
- اختبارات اللياقة اللاهوائية	٨٨
١- الاختبارات التى تقيس القدرة اللاهوائية	٨٨
٢- الاختبارات التى تقيس السعة اللاهوائية (القصيرة- المتوسطة- الطويلة)	٨٨
ثالثا - الاختبارات اللاهوائية الطويلة	٩٠
- طريقة استخدام اختبار «سارجنت» ومعادلة«لويس» لتحديد القدرة اللاهوائية القصوى	٩٠
- اختبار الدرج «لمارجريا- كلامن»	٩٣
الفصل الخامس	
التغذية : أساس الأداء الإنسانى - تطبيقات فى المجال الرياضى	٩٩
- التغذية والجهد البدنى (البروتينات - الكربوهيدرات- الدهون- الأملاح المعدنية- الماء- الفيتامينات)	١٠٣
- نظام التعبئة الجليكوجينية (التحميل بالكربوهيدرات) وتطبيقاته فى المجال الرياضى	١٠٦

www.hollanduniversity.org

الموضوع	الصفحة
- الآثار الجانبية لنظام التعبئة الجليكوجينية - النظام المعدل للتعبئة الجليكوجينية	١٠٧
- التوجيهات الخاصة بتناول واستخدام الكربوهيدرات فى المجال الرياضى	١٠٨
- فسيولوجية العطش والتوازن المائى	١١٠
- تغيرات البول وتأثيرات الجهد البدنى على وظائف الكلى	١١١
- النصائح العلمية والتوجيهات الخاصة بشرب الماء والسوائل أثناء التدريب	١١٤
- إرشادات الوجبة الغذائية قبل المباراة	١١٥
- الخطة العملية لتغذية الرياضيين (مرحلة الملاحظة - مرحلة التحليل- مرحلة التنفيذ)	١١٧
الفصل السادس	
نظريات وتطبيقات استخدام الطاقة فى المجال الرياضى	١٢١
- مقدمة	١٢٣
- تعريف الطاقة - الطاقة المكتسبة والطاقة المفقودة	١٢٣
- مصادر الطاقة اللازمة للانقباض العضلى	١٢٦
- الرياضة ونظم انتاج الطاقة	١٢٧
- تقسيم الأنشطة الرياضية وفقا لاحتياجات الطاقة	١٣٢
- دراسة تحليل الوقت والحركة TMA لأنظمة الطاقة السائدة	١٣٤
- استعادة استشفاء مصادر الطاقة	١٣٩
- تأثير التدريب الرياضى على إنتاجية الطاقة	١٤٠

www.hollanduniversity.org

الموضوع	الصفحة
الفصل السابع	
الجهد البدنى وفسيولوجية الغدد الصماء	١٤٣
- أنواع الغدد الصماء ووظائفها بجسم الإنسان	١٤٥
- الهرمونات	١٤٨
- الحقائق المهمة المرتبطة بدراسة الهرمونات وتأثيرات الجهد البدنى عليها	١٤٨
- استجابات الهرمونات للجهد البدنى	١٥٠
- تأثير نشاط الهرمونات على التركيب الجسمى والأداء الفسيولوچى للرياضيين	١٥٤
الفصل الثامن	
فسيولوجية الجهاز القلبى الوعائى	١٥٧
- الجهاز القلبى الوعائى: تركيبه ووظائفه	١٥٩
- التركيب التشريحى لعضلة القلب	١٦١
- الخصائص الفسيولوچية لعضلة القلب	١٦٢
- الدورة القلبية	١٦٤
- معدل نبض القلب	١٦٥
- العوامل المؤثرة على معدل النبض	١٦٦
- الأوعية الدموية - الدورة الدموية	١٧٠
- ديناميكية الدم - ضغط الدم	١٧٣
- العوامل الفسيولوچية المؤثرة على ضغط الدم	١٧٣

www.hollanduniversity.org

الموضوع	الصفحة
- استجابات الجهاز القلبى الوعائى لتأثيرات الجهد البدنى والتدريب	١٧٦
أولا - استجابات معدل النبض	١٧٦
ثانيا - الاستجابة والتكيف فى حجم القلب	١٧٨
ثالثا - استجابات حجم الدفع القلبى	١٨٥
- الإجراءات العملية لقياس معدل النبض	١٨٩
- تطبيقات قياس ضغط الدم	١٩٠
- تطبيقات تقدير حجم الدفع القلبى	١٩١
- فسيولوجية وتركيب الدم	١٩٣
- تركيب الدم	١٩٣
- تركيب بلازما الدم - وظائف بلازما الدم	١٩٣
- كرات وخلايا الدم الحمراء	١٩٧
- كرات وخلايا الدم البيضاء	١٩٩
- الصفائح الدموية	١٩٩
الفصل التاسع	
العمليات التنفسية والجهد البدنى	٢٠١
- مقدمة	٢٠٣
- مستويات التنفس	٢٠٣
- مؤشرات لياقة الجهاز التنفسى للأشخاص الأصحاء البالغين	٢٠٥
- الجهد البدنى والاستجابات الفورية لوظائف التنفس	٢٠٩
- تكيف العمليات التنفسية للجهد البدنى	٢١١

www.hollanduniversity.org

الموضوع	الصفحة

الفصل العاشر

نظريات اللياقة الهوائية واختباراتها التطبيقية	٢١٥
- اللياقة الهوائية والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين	٢١٧
- مؤشرات اللياقة الهوائية	٢١٨
- طرق قياس اللياقة الهوائية والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين	٢١٩
- الطريقة المباشرة	٢١٩
- الطرق غير المباشرة	٢٢

الفصل الحادى عشر

التركيب الجسمى القياسات الأنثروبومترية للرياضيين	٢٤٣
أولا - دهن الجسم	٢٤٥
ثانيا - كتلة الجسم بدون الدهن	٢٤٧
- تقدير التركيب الجسمى بحساب مؤشر كتلة الجسم BMI	٢٥١
- القياسات الأنثروبومترية للرياضيين	٢٥٤
- معنى القياس الأنثروبومترى وأهميته	٢٥٤
- أسس إجراء القياسات الأنثروبومترية	٢٥٥
- القياسات الأنثروبومترية الأكثر استخداما فى المجال الرياضى	٢٥٦
- إجراءات تقدير وزن الهيكل العظمى	٢٦٣
- مراجع الكتاب	٢٧٣

www.hollanduniversity.org

الفصل الأول

مدخل إلى النظرية والتطبيق في فسيولوچيا الرياضة

Introduction to Theory and Application in Sport's Physiology

أولا: المفاهيم الأساسية

ثانيا: مصطلحات فسيولوجيا الرياضة والجهد البدنى

ثالثا: حمل التدريب الرياضى Athletic Load Training

أنواعه - مكوناته - درجاته

رابعا: المبادئ الفسيولوجية للتدريب الرياضى

Physiological Principles of Athletic Training

www.hollanduniversity.org

أولاً: المفاهيم الأساسية:

الحركة التى نقوم بها فى حياتنا اليومية من نشاطات روتينية اعتيادية، تمرينات بدنية ورياضات متنوعة، يمكن حصرها والتعبير عنها فى صورة كم من الجهد البدنى الذى يختلف فى مقداره وفيما يستلزمه من عمليات فسيولوجية تقوم بها أعضاء وأجهزة الجسم المختلفة، ولقد ساهم علم فسيولوجيا الرياضة والتمرين Exercise and Sport Physiology منذ البدايات الأولى للاهتمام به فى نهاية القرن التاسع عشر ومطلع القرن العشرين فى إلقاء الضوء على العديد من العمليات الفسيولوجية المرتبطة بنشاط الجسم وحركته، وقدمت المعلومات التى أمكن الحصول عليها فى هذا الجانب إسهاما حقيقيا فى تطوير عمليات التدريب الرياضى وتقنين أحمال التدريب للاستفادة من تأثيراتها الإيجابية إلى أقصى حد ممكن، وجاء مدلول الاستفادة من تلك المعلومات فى حجم الإنجاز البشرى الذى فاق كل التصورات خلال المسابقات والبطولات العالمية التى تحطمت فيها العديد من الأرقام القياسية لأبطال الرياضة خلال القرن العشرين وبدايات القرن الحادى والعشرين بالدورة الأولمبية بسيدنى فى العام ٢٠٠٠م وما تلاها من بطولات قارية ودولية.

وينبثق علم فسيولوجيا الرياضة والتمرين من علم الفسيولوجيا العام General Physiology وتحديدا من علم فسيولوجيا المجموعات الخاصة التى من أهمها فسيولوجيا الإنسان Human Physiology ، والجدير بالذكر أن الفسيولوجيا ـ أساسا ـ هى أحد فروع علم الحياة «البيولوجى» Biology الذى يتناول دراسة الكائنات الحية بشكل عام؛ تكوينها التشريحى ووظائف أعضائها المختلفة ومجمل العوامل التى ترتبط بأوجه حياة تلك الكائنات وتؤثر فيها.

ونظرا لأن موضوعات هذا الكتاب تتناول بشكل رئيسى مختلف النظريات والتطبيقات المرتبطة بدراسة تأثيرات أداء الجهد البدنى على فسيولوجية الجسم البشرى، وتسلط مزيدا من الضوء على تأثيرات عملية التدريب الرياضى وأحمال التدريب المستخدمة فى مجال الرياضة التنافسية وتأثيراتها، كما تقدم فكرة موضحة لكيفية الاستفادة التطبيقية من دراسة الموضوعات الواردة بالكتاب وإجراء الاختبارات الفسيولوجية اللازمة مع إيضاح دلالات التقويم الخاصة بها؛ لذا رأينا أن نضع بين يدى

www.hollanduniversity.org

القارئ بعض التمهيد لمتابعة موضوعات الكتاب من خلال عرض تقديمى لعدد من المفاهيم والمصطلحات التى قد تساعد القارئ أو الباحث أو المدرب فى فهم أفضل لموضوعات الكتاب، ومن خلال خبراتنا الأكاديمية، وكذلك من خلال قيامنا بتحليل عدد كبير من خطط الدراسة الجامعية لأقسام وكليات التربية الرياضية، لاحظنا بأن طلاب مرحلة بكالوريوس التربية الرياضية فى عدد كبير من الأقسام والكليات المتخصصة بالمنطقة العربية يتعين لهم دراسة مقررات فسيولوجيا الرياضة قبل أن يكونوا على علم ودراية جيدة بدراسة علم التدريب الرياضى، ومعنى ومفهوم عملية التدريب، وما يرتبط بدراستها من أسس ونظريات ومفاهيم تتطرق لأحمال التدريب ومكونات اللياقة البدنية وعناصرها المختلفة إلى غير ذلك من الموضوعات. . . ، ولذا فقد حاولنا بداية تضمن الفصل الأول للكتاب لهذا الموضوع تسهيلا للقارئ.

ثانيا: مصطلحات فى فسيولوجيا الرياضة والجهد البدنى:

١- الفسيولوچى Physiology علم وظائف الأعضاء:

هو العلم الذى يعنى بدراسة جميع الوظائف الحيوية لأعضاء وأجهزة الجسم، وكيفية عمل كل منها، العلاقة التنظيمية التى تربط وظائف الأجهزة الحيوية بالجسم بعضها البعض وتأثير العوامل الداخلية والخارجية على تلك الوظائف.

٢- فسيولوجيا التمرين: Exercise Physiology

فسيولوجيا الرياضة: Sport Physiology

هو العلم الذى يدرس التغيرات الفسيولوچيه التى تحدث لأجهزة الجسم الحيوية وأعضائه المختلفة تحت تأثير الجهد البدنى المؤدى لمرة واحدة كاستجابة مباشرة Direct Response أو كنتيجة للأداء المتكرر للجهد البدنى والانتظام فى عمليات التدريب الرياضى أو ممارسة الرياضة لفترات طويلة - عدة أسابيع أو أشهر-كعملية تكيف Adaptation أو استجابة غير مباشرة Indirect Response.

٣- الجهاز القلبى الوعائى: Cardiovascular System

يشير «روبيرجز، روبرتس» Robergs and Roberts, 2000 إلى أن الجهاز القلبى الوعائى عبارة عن مصطلح يتضمن التركيب والوظائف المشتركة لعمل القلب والأوعية

www.hollanduniversity.org

الدموية بالجسم The heart and blood vessels of the body وهو يعنى نفس مصطلح الجهاز الدورى Circulatory System بيد أن مصطلح الجهاز القلبى الوعائى يلاقى استحسان بعض العلماء فى الآونة الأخيرة، فقد استخدمه «برينتك» ١٩٩٧ واستخدمه «باورز، هولى» Powers and Howley 2000.

٤- اللياقة الفسيولوجية: Physiological Fitness

هى «لياقة كل وظائف الجسم وكفاءة عمل جميع أجهزته» ووفقا لذلك التعريف فإن مصطلح اللياقة الفسيولوجية يضم من وجهة نظر علماء فسيولوجيا الرياضة تسع مكونات، منها ستة مكونات تمثل عناصر اللياقة البدنية هى (المرونة - تركيب الجسم - القوة العضلية - التحمل العضلى - القدرات اللاهوائية - القدرات الهوائية) يضاف إليها ثلاثة مكونات فسيولوجية أخرى هى: ضغط الدم - دهنيات الدم والليبوبروتينات - وتحمل الجلوكوز.

٥- اللياقة الهوائية: Aerobic Fitness

هى كفاءة الجسم فى عمليات: استنشاق ونقل واستهلاك الأكسجين. "take in, transport and utilize oxygen"

ويستخدم لهذا المصطلح مرادف آخر هو اللياقة الدورية التنفسية Cardio respiratory Fitness وهو مصطلح يشير إلى القدرة الوظيفية لعمل الجهازين؛ الدورى والتنفسى.

٦- القدرة الهوائية القصوى: Maximum Aerobic Power

هى أقصى قدرة للجسم فى استنشاق ونقل الأكسجين ومن ثم استهلاكه فى العضلات العاملة، ويعبر عن ذلك بمقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين Vo_2max والذى يعنى أقصى حجم للأكسجين المستهلك باللتر أو المليلتر فى الدقيقة الواحدة.

٧- التكيف: Adaptation

التكيف كمصطلح عام يعنى التأقلم للظروف البيئية «Adjustment to environmental conditions» وفى مجال فسيولوجيا الجهد البدنى فإن الظروف البيئية تعنى تغيرات البيئة الفسيولوجية الداخلية للجسم والبيئة الخارجية المرتبطة بظروف

www.hollanduniversity.org

التدريب الرياضى والعوامل المؤثرة عليه، والتكيف يعنى تغييرا أو أكثر فى البناء structure أو الوظيفة function، تحدث بصفة خاصة كنتيجة لتكرار مجموعات من التمرينات البدنية لفترة من الوقت.

٨- القدرة اللاهوائية: Anaerobic Ability

هى القدرة على إنتاج الطاقة لفترة زمنية قصيرة دون الحاجة إلى استخدام الأكسجين.

٩- القدرة اللاهوائية القصوى: Maximum Anaeronic Power (MAP)

تعنى: «القدرة على أداء أقصى انقباض عضلى فى أقل زمن ممكن (يقدر بنحو ٥ - ١٠ ثوان)».

١٠- السعة (الامكانية) اللاهوائية :Anaerobic Capacity

هى «إمكانية الفرد فى أداء جهد بدنى يعتمد على الطاقة الناتجة عن التحلل اللاهوائى للجلوكوز أو الجليكوجين ويمتد زمن الأداء فى هذا الجهد حتى دقيقة ونصف أو دقيقتين على الأكثر».

١١- اللياقة البدنية: Physical Fitness

هى «المقدرة على تنفيذ الواجبات اليومية بنشاط ويقظة ودون تعب مفرط، مع توافر قدر من الطاقة يسمح بمواصلة العمل والأداء خلال الوقت الحر ومواجهة الضغوط البدنية فى الحالات الطارئة».

مكونات اللياقة البدنية:

تشتمل اللياقة البدنية على مجمل العناصر التالية كمكونات وردت بالمراجع المتخصصة فى ذلك:

١- القوة العضلية	Muscular Strength
٢- التحمل العضلى	Muscular Endurance
٣- التحمل الدورى التنفسى	Cardiorespiratory Endurance

www.hollanduniversity.org

٤- المرونة	Flexibility
٥- الرشاقة	Agility
٦- السرعة	Speed
٧- التوافق	Co-ordintion
٨- التوازن	Balance
٩- القدرة العضلية	Muscular Power
١٠- الدقة	Accuracy

ويتفق بعض علماء فسيولوجيا الرياضة على أن اللياقة البدنية تشتمل على عدد من المكونات التى تدمج بعض العناصر السابقة فى صورة مكونات تعبر عن مستويات للعمل الفسيولوجى، وهذه المكونات هى:

١- المرونة	Flexibility
٢- تكوين الجسم (تركيب الجسم)	Body Composition
٣- القوة العضلية	Muscular Strength
٤- التحمل العضلى	Muscular Endurance
٥- القدرات اللاهوائية	Anaerobic Abilites
٦- القدرات الهوائية	Aerobic Abilites

١٢- الإعداد البدنى: Physical Preparation

يعتبر الإعداد البدنى أحد جوانب الإعداد الشامل للرياضيين ويقصد به:

«العمليات التى تؤدى إلى رفع مستوى اللياقة البدنية والفسيولوجية اللازمة للاعب والتى ترتقى بقدراته وإمكاناته إلى أقصى حد ممكن».

ويتضمن الإعداد البدنى جانبين أساسيين هما:

أ- الإعداد البدنى العام: General Physical Preparation

ويهدف إلى إكساب اللاعب الصفات والعناصر البدنية المختلفة بشكل شامل

www.hollanduniversity.org

ومتزن وتتضمن جوانب هذا الإعداد تنمية عناصر: القوة - السرعة - المرونة - الرشاقة - التحمل - التوازن -الدقة - التوافق العضلى العصبى. . . .

ب - الإعداد البدنى الخاص: Special Physical Preparation

ويهدف إلى تنمية عناصر اللياقة البدنية الخاصة واللازمة لنوعية معينة من النشاط الرياضى الذى يتخصص فيه الفرد، كالإعداد البدنى الخاص بالعدائين، أو المصارعين، أو لاعبى كرة السلة، أو كرة القدم. . .إلخ.

١٣ - استعادة الاستشفاء: Recovery

«يقصد بها استعادة تجديد مؤشرات الحالة الفسيولوجية والنفسية للفرد عقب تعرضه لظروف أو ضغوط غير اعتيادية بما فى ذلك الجهد البدنى وأحمال التدريب الرياضى».

ثالثا: حمل التدريب الرياضى Athletic Load Training

أنواعه - مكوناته - درجاته

يقصد بحمل التدريب الرياضى: مجمل الأنشطة والمجهودات البدنية والعصبية التى يقوم بها اللاعب خلال عمليات التدريب أو المنافسة، وحجم التأثيرات الفسيولوجية والبدنية والمورفولوجية الحادثة بالجسم نتيجة لذلك.

ويمكننا أن نعرف حمل التدريب بأنه: الجهد أو العبء الذى يقع على أجهزة الجسم المختلفة خلال أداء اللاعب لجرعات تدريبية مقننة، ومقدار ما يتطلبه ذلك الجهد من طاقات فسيولوجية وبدنية ونفسية وعصبية.

أنواع ومكونات حمل التدريب:

ينقسم حمل التدريب إلى نوعين هما:

١- حمل التدريب الداخلى: Inner Load Training

ويقصد به حجم التأثيرات الفسيولوجية والنفسية الواقعة على أجهزة الجسم الداخلية كنتيجة لأداء الجهد المبذول، وحيث إن دراسة التأثيرات الفسيولوجية ستكون

www.hollanduniversity.org

موضوع الفصول الواردة تباعا فى هذا الكتاب؛ لذا فإننا سوف لا نتطرق إليه فى هذه المقدمة، وسوف نقتصر هنا على تناول مفهوم ومكونات حمل التدريب الخارجى فى شكل موجز.

٢ - حمل التدريب الخارجى: Outer Load Training

المقصود بهذا النوع من الحمل هو جهد العمل أو الأداء المتمثل فى التدريبات البدنية أوالمهارية أوالخططية. . وهذا الحمل بدوره يشتمل على ثلاثة مكونات هى:

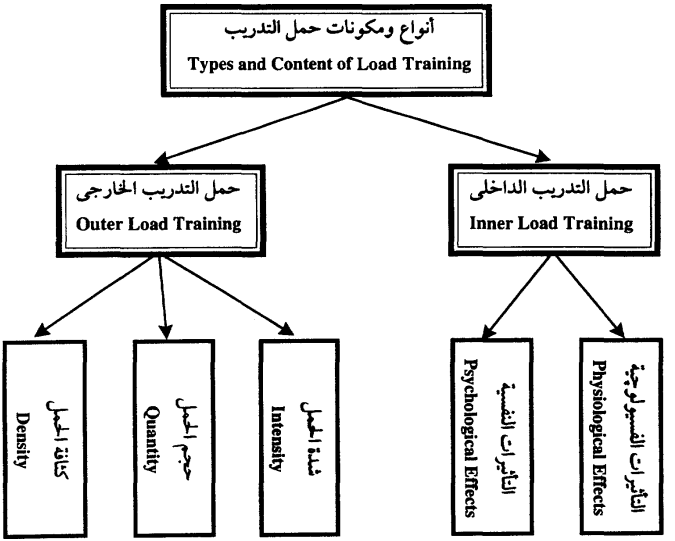
أ - **شدة الحمل**: Intensity of Load وتعنى مستوى القوة أو السرعة أو الصعوبة المميزة للأداء.

ب - **حجم الحمل**: Quantity of Load ويقصد به: طول فترة أداء الحمل مقاسا بالزمن، أو طول المسافة مقاسا بالمتر أو الكيلومتر، كما يتضمن أيضا عدد مرات تكرار التمرين، أو عدد الكيلوجرامات أو الأطنان التى يتم رفعها فى تدريبات الأثقال مثلا، وعموما يمكن تمييز مكونين لحجم الحمل هما: فترة دوام الحمل Duration وتكرار الحمل Frequency .

جـ - **كثافة الحمل** Density of Load وهى تعنى العلاقة بين فترات الراحة البينية وشدة الحمل، أو بين الحمل والراحة خلال أداء الجرعة التدريبية أو خلال وحدة التدريب ككل (الساعة التدريبية).

ومما سبق يمكننا تلخيص أنواع ومكونات حمل التدريب الرياضى وفقا للتقسيم التالى:

www.hollanduniversity.org



شكل (١) أنواع ومكونات حمل التدريب

تصنيف مستويات الحمل التدريبى: Load Training Levels classification

تتباين مستويات الحمل التدريبى وفقا لأهداف الوحدة التدريبية ومجمل مكونات جرعة التدريب، ويستخدم المدربون ما يعرف بحمل التدريب التموجى Wavy load training الذى يعتمد على أنظمة متنوعة من تشكيل درجة وشدة الحمل التى تتراوح ما بين الدرجة المنخفضة ودرجة الحمل الأقصى.

كما يعتمد المدربون وأخصائيو القياسات الفسيولوجية على عدد من المؤشرات التى تعبر عن مقدار الحمل أو الجهد المبذول، من بين تلك المؤشرات ما يستخدم النسبة المئوية لأقصى ما يستطيع اللاعب أداؤه، ومنها ما يعتمد على مؤشرات فسيولوجية محددة كدلالات أو علامات لمستوى الحمل مثل: معدل النبض، معدلات استهلاك الطاقة، معدلات تركيز حامض اللاكتيك فى الدم ومعدلات التنفس وغيرها... ويعرض

www.hollanduniversity.org

الجدولان (١، ٢) بعضا من تصنيف مستويات الحمل التدريبى طبقا لبعض من تلك المؤشرات.

جدول (١)

تصنيف مستويات حمل التدريب فى تمرينات القوة والتدريبات التى تعتمد على مؤشر نبض القلب Classification of Load Training Levels

مستويات الحمل Load Leveles	تمرينات القوة Strength Exercises		التدريبات التى تعتمد على مؤشر النبض
	درجة القوة المستخدمة(*) شدة الحمل Intensity	التكرار Frequncy	معدل النبض HR
١- راحة إيجابية - حمل منخفض.	٢٠٪ - أقل من ٣٥٪	أكثر من ٢٠ مرة	حتى ١٣٠ نبضة / ق
٢- حمل معتدل-خفيف-بسيط.	٣٥٪ - أقل من ٦٠٪	١٦ - ٢٠ مرة	١٣١ - ١٥٠ نبضة / ق
٣- حمل متوسط.	٦٠٪ - أقل من ٧٥٪	١٠ - ١٥ مرة	١٥١ - ١٥٠ نبضة / ق
٤- حمل مرتفع (عال) أقل من الأقصى.	٧٥٪ - أقل من ٩٠٪	٥ - ٩ مرات	١٦٦ - ١٨٠ نبضة / ق
٥- حمل أقصى.	٩٠٪ - ١٠٠٪	١ - ٤ مرات	أكثر من ١٨٠ نبضة / ق

(*) درجة القوة المستخدمة (شدة الحمل) هى نسبة القوة المستخدمة فى عملية التدريب قياسا إلى أقصى قوة (١٠٠٪) للفرد.

جدول (٢)

تصنيف مستويات حمل التدريب وفقا لاستهلاك الطاقة ومعدل التنفس

مستوى الحمل Load Levele	معدل استهلاك الطاقة	معدل التنفس
حمل منخفض Low Load.	١ - ٥ سعرات حرارية/ دقيقة	أقل من ١٤ مرة/ دقيقة
حمل متوسط Mild Load.	٦ - ١٠ سعرات حرارية/ دقيقة	١٤ - ١٦ مرة/ دقيقة
حمل مرتفع High Load.	١١ - ١٥ سعرات حرارية/ دقيقة	١٦ - ٢٠ مرة/ دقيقة
حمل أقصى Maximum Load.	١٦ - ٢٠ سعرا حراريا/ دقيقة	٢٠ - ٢٥ مرة/ دقيقة

www.hollanduniversity.org

وفى مجال فسيولوجيا التدريب الرياضى يستخدم مصطلح يعرف باتجاه الحمل التدريبى، ويقصد به نوع المستهدف من استخدام الحمل، فهل المستهدف هو تنمية صفة بدنيه معينة كالقوة مثلاً أو السرعة أو التحمل. . . ؟ أم أن المقصود هو تنمية مجموعة متداخلة من العناصر والإمكانات الفسيولوچية، كتنمية القدرات الهوائية أو اللاهوائية وغيرها. . . ؟

وتبعًا لمؤشرات معدل النبض يمكن معرفة اتجاه الحمل التدريبى فى استخدام وتنمية أنظمة معينة لإنتاج الطاقة كمتطلبات للجهد البدنى المبذول، ويتضح ذلك من عرض الجدول التالى:

جدول (٣)

معدل النبض كمؤشر لاتجاه الحمل التدريبى فى استخدام نظم الطاقة

معدل النبض	اتجاه الحمل التدريبى
حتى ١٥٠ نبضة/ دقيقة	حمل تدريب بنظام الطاقة الهوائى
١٥٠ - ١٨٠ نبضة/ دقيقة	نظام الطاقة (هوائى - لا هوائى)
أكثر من ١٨٠ نبضة/ دقيقة	حمل تدريب بنظام الطاقة اللاهوائى

رابعاً: المبادئ الفسيولوجية للتدريب الرياضى:

Physiological Principles of Athletic Training

يعتمد التدريب الرياضى على عدد من المبادئ الفسيولوجية التى تتأسس عليها عملية التدريب وتدور فى سياقها بهدف الارتقاء بمستوى اللاعب، ومن أهم تلك المبادئ ما يلى:

أ - مبدأ التدرج أو الزيادة التدريجية للحمل.

Progression or gradual progress of load

ب - مبدأ التنمية الشاملة. Integral development

جـ - مبدأ الفروق الفردية. Individualized differences principle

www.hollanduniversity.org

د - مبـدأ التكيف. Adaptation principle

هـ - مبدأ التدريب الأقصى. Maximum training principle

و - مبـدأ خصوصيـة التدريب. Specificity of training

ز - مبدأ الانتظام فى التدريب. Regularity principle

ح - مبدأ المحافظة على المستوى. Maintenance principle

أ - مبدأ التدرج أو الزيادة التدريجية للحمل:

Progression or gradual progress of load

يؤكد هذا المبدأ على ضرورة الارتفاع التـدريجى بمكونات حمل التدريب، بحيث تتم زيادة الحمل فى بداية الموسم التدريبى من خلال مكون واحـد كالشدة مثلا أو الحجم أو الكثافة، وعندما يرتفع مستوى ليـاقة اللاعب يمكن التدرج بزيادة مكونين معا كزيادة الشدة (سرعة العدو مثلا) مع زيادة كثـافة الحمل عن طريق تقليل فترات الراحة البينية، كما يؤكد هـذا المبدأ أيضا على مراعاة التدرج خـلال كل مكون على حدة، بمعنى عدم الانتقال السريع بزيادة الشدة أو الإنقاص السريع لفترات الراحة البينية.

ب - مبدأ التنمية الشاملة Integral development

يرمى هذا المبدأ إلى ضرورة بناء أساس للإعداد المتكامل للاعب من خلال التنمية الشاملة والمتزنة لمختلف عناصر اللياقة الفسـيولوجية والبدنية بغض النظر عن نوع وطبيعة نشاطه الرياضى التـخصصى للاعب، وبنـاءً على ذلك يجب ألا يقتصـر تدريب لاعبى الرمى ورفع الأثقال علـى تدريبات القوة العـضلية فقط، بل ينبـغى أن يشتـمل تدريبهم على عناصر أخرى كالسرعة، والرشاقـة، والمرونة، والتوافق العضلى العصبى... فهذه العناصر على الرغم من كونها لا تندرج ضمن عناصـر اللياقة الخاصة بشكل أساسى فى هذه الألعاب، إلا أنهـا بلا شك سوف تساهم إلى حـد كبير فى تميـز أداء لاعبى الرمى ورفع الأثقال وتساعدهم على تحقيق إنجازات أفضل مـقارنة بمنافسيهم الذين يفتقرون إلى هذه العناصر، وهكذا الحـال بالنسبة لتـدريب عناصر اللياقة البـدنية الشاملة للعـدائيين والسباحين والملاكمين.

www.hollanduniversity.org

جـ - مبدأ الفروق الفردية Individualized differences principle

يشير هذا المبدأ إلى أنه حتى فى إطار الفريق الرياضى الواحد، يختلف اللاعبون فى مستوى قدراتهم وخصائصهم البدنية والفسيولوچية والمورفولوچية... حيث توجد فروق فردية فى مدى تحمل كل لاعب لأعباء التدريب، ويرتبط ذلك باختلاف العمر الزمنى والعمر التدريبى للاعب؛ وحالته الصحية والتدريبية، ومدى انتظامه فى المران... من زاوية أخرى فإن الملاحظ فى بعض الألعاب ككرة القدم مثلا، يوجد اختلاف فى بعض عناصر اللياقة التى تميز اللاعبين المهاجمين عن لاعبى الدفاع، كما يتميز حراس المرمى ببعض العناصر الأخرى... وينبغى على المدرب أن يأخذ بعين الاعتبار مثل تلك الفروق، وخاصة أن معظم الفرق الرياضية تضم مزيجا من اللاعبين الناشئين واللاعبين القدامى الأكبر سنا، وفى نطاق مدى تحمل أعباء التدريب لكل من هؤلاء اللاعبين ينبغى أن يوضع ذلك المبدأ فى الحسبان.

د - مبدأ التكيف Adaptation principle

يؤكد هذا المبدأ على أن الوظائف الفسيولوچية للجسم يمكنها - خلال الفترة الزمنية التى يتكرر فيها أداء وحدات التدريب - أن تتكيف للأعباء البدنية المبذولة، فبعدما يكون الحمل التدريبى صعبا فى البداية، يتحول خلال عدة أيام إلى أن يصبح عاديا، بل يحتاج الأمر إلى زيادة الحمل مرة أخرى للارتقاء بمستوى كفاءة اللاعب، ثم يحدث تكيف آخر للحمل التدريبى الجديد وهكذا... وعلى هذا الأساس يتقدم مستوى اللاعب.

هـ - مبدأ التدريب الأقصى Maximum training principle

يبنى هذا المبدأ على أساس أن كفاءة أجهزة الجسم تتطور عندما تقوم هذه الأجهزة بالعمل عند مستوى الحد الأقصى لها لفترة زمنية محددة حتى يحدث التأثير المطلوب، بمعنى أن العضلة يجب أن تعمل بأقصى شدة لها حتى تنمو القوة العضلية، كما ينبغى أن تعمل بأقصى كفاءة لها حتى ينمو التحمل، فإذا لم تستخدم الأحمال التدريبية العالية أو القصوى فإن مستوى أداء اللاعب لن يتقدم.

و - مبدأ خصوصية التدريب Specificity of training

برغم ما تم إيضاحه فى المبدأ الفسيولوچى الثانى المتعلق بالتنمية الشاملة لعناصر

www.hollanduniversity.org

اللياقة البدنية للاعب، إلا أنه ينبغى ألا يغيب عن ذهن المدرب طبيعة الرياضة التخصصية للاعب، ويقصد بذلك الإعداد البدنى الخاص Special physical preparation فالبرنامج التدريبى الناجح هو الذى يستطيع أن ينمى الخصائص التى يتطلبها نوع النشاط الرياضى التخصصى للاعب كأساس لعملية التدريب، وبناء عليه ينبغى أن تنمى اللياقة البدنية والفسيولوچية الخاصة بالسباحين، كالسرعة والقدرة العضلية والرشاقة، داخل حوض السباحة، وتنمى عناصر اللياقة للاعبى الكرة، مثل السرعة والقوة والتحمل، من خلال نوعية التدريبات التخصصية التى تستخدم فيها الكرة - غالبا - وهكذا الحال بالنسبة لعناصر اللياقة البدنية الخاصة والأساسية للاعبى الرمى والعدائين والمصارعين وغيرهم... وإعداد اللاعبين بدرجة كافية فى هذا الجانب من اللياقة يعد أساسا ضروريا لتخصصهم الرياضى.

ز - مبدأ الانتظام فى التدريب Regularity principle

لضمان تنمية القدرات الوظيفية وتحسين عناصر اللياقة الخاصة باللاعب ينبغى عليه مداومة الانتظام فى التدريب دون انقطاع - قدر الإمكان - سواء كان التدريب يوميا أو لثلاثة أيام فى الأسبوع أو خلافه، وسواء كان التدريب لمرة واحدة فى اليوم أو أكثر، وهنا يجب أن يؤخذ فى الاعتبار أن وصول اللاعب لمستوى معين من اللياقة ثم انقطاعه عن التدريب لعدد ٤-٥ وحدات تدريبية قد ينقص من مستوى لياقته بنسبة قد تصل إلى ٤٠ ٪ أو أكثر.

ح - مبدأ المحافظة على المستوى Maintenance principle

يقصد بهذا المبدأ التدريبى أن اللاعب يجب أن يبذل قصارى جهده فى عملية التدريب الجاد المنتظم للمحافظة على المستوى الذى وصل إليه من اللياقة والإعداد، ولا يكون مفهوما لدى اللاعب بأن وصوله إلى قمة الأداء واللياقة يعنى أنه لا يحتاج إلى بذل المزيد من الجهد فى تدريبات اللياقة، ومن ثم يركن إلى الراحة وينخفض مستواه.

من العرض التقديمى السابق يمكن الاسترشاد ببعض المفاهيم النظرية والمصطلحات الأساسية التى وردت فى هذا الجزء فى فهم الجوانب التطبيقية المتعلقة بتشكيل أنواع ودرجات حمل التدريب الرياضى والمؤشرات الفسيولوچية الدالة على ذلك، مع الوقوف على المبادئ والنظريات العلمية وجوانب التطبيق التى تهدف إلى الارتقاء بمستويات حمل التدريب وزيادة كفاءة اللاعب.

www.hollanduniversity.org

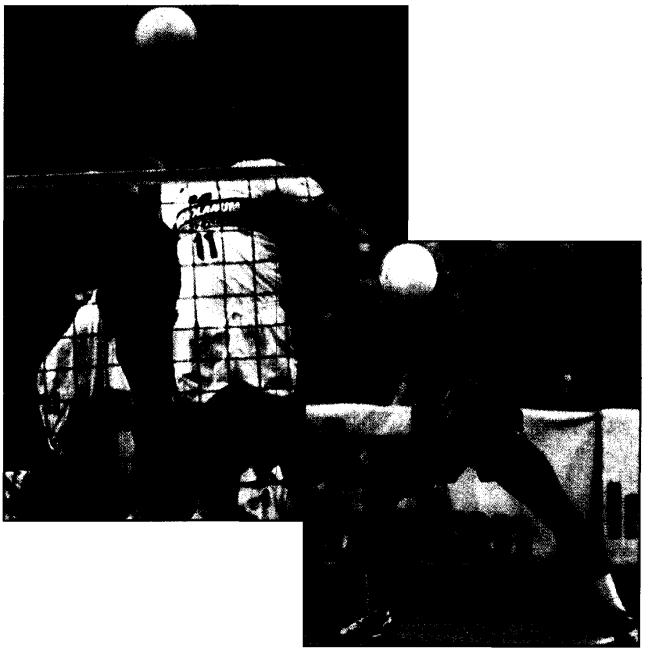
الفصل الثانى

حركة الجسم وفسيولوجية الجهاز العصبى - العضلى

The Body Movement and Neuromuscular System

- مقدمة.

- العضلات الهيكلية وحركة الجسم.



www.hollanduniversity.org

مقدمة: Introduction

يعتبر الجهاز العصبى العضلى هو المسئول عن حركة الجسم وأجزائه المختلفة، حيث تقوم الخلايا العصبية الحركية بتوصيل الإشارات الصادرة من الجهاز العصبى إلى العضلات لكى تنقبض وتحدث الحركة، كما تقوم الخلايا العصبية الحسية بعملها المعاكس فى نقل الإشارات العصبية من العضلة إلى الجهاز العصبى، وحيث يرجع نشاط الخلايا العصبية - الحسية والحركية - إلى سيطرة الجهاز العصبى، كما أن انقباض الألياف العضلية يتم من خلال اتصالها بتفريعات محاور الخلايا العصبية، لذا تعتبر الوحدة الحركية Motor Unit هى الأساس التركيبى لعمل الجهاز العصبى العضلى.

ويشتمل جسم الإنسان على عدد كبير من العضلات التى يتجاوز مقدارها ٦٠٠ عضلة منها حوالى ٤٣٤ عضلة تشكل الهيكل الخارجى للجسم وتعرف بالعضلات الهيكلية Skeletal Muscles يتحكم الإنسان إراديا فى انقباض وارتخاء تلك العضلات الهيكلية بواسطة الجهاز العصبى، وعند فحص العضلة الهيكلية مجهريا تظهر أليافها فى شكل مخطط Striated يميزها عن نوع آخر من العضلات الموجودة بالجسم تعرف بالعضلات الملساء Smooth Muscles أو العضلات غير الإرادية التى من أمثلتها: العضلات التى تغطى جدران القناة الهضمية، الأوعية الدموية، الممرات التنفسية، المجارى البولية، المثانة البولية وعضلات الرحم.

هناك نوع خاص من العضلات هى عضلة القلب Cardiac Muscle تجمع فى تركيبها ووظائفها بين كلا النوعين السابقين من العضلات، فيظهر نسيج عضلة القلب فى شكل مخطط عند الفحص المجهرى كما هو الحال بالنسبة للعضلات الهيكلية الإرادية، بينما يكون انقباضها غير إرادى كما هو الحال بالنسبة للعضلات الملساء، إلا أن عضلة القلب تنفرد بكونها ذاتية الانقباض بمعنى أن انقباضها يتم دون الحاجة إلى صدور إشارة من الجهاز العصبى، وإنما تنشأ الانقباضة أو النبضة القلبية نتيجة مؤثر صادر من عضلة القلب ذاتها كما سنعرف فيما بعد، فى حين يخضع معدل انقباض القلب (معدل النبض) لسيطرة الجهاز العصبى الذاتى (الأوتونومى) Autonomic Nervous System.

www.hollanduniversity.org

ونستخلص مما سبق أن عضلات الجسم تنقسم إلى ثلاثة أنواع هى:

١- العضلات الهيكلية Skeletal Muscles وهى إرادية الانقباض.

٢- العضلات الملساء Smooth Muscles وهى غير إرادية الانقباض.

٣-عضلة القلب Myocardium وهى عضلة خاصة غير إرادية الانقباض.

العضلات الهيكلية وحركة الجسم:

تتميز العضلة الهيكلية بأن لها طرفين، أحدهما يسمى منشأ العضلة أو المنبت Origin يكون غير قابل للحركة، والطرف الآخر يعرف بالاندغام Insertion وهو قابل للحركة بدرجات متفاوتة، منشأ العضلة هو طرفها القريب من المحور الطولى الذى ينصف جسم الإنسان، أما مندغم العضلة فيتمثل فى طرفها البعيد، وعلى عاتق العضلات الهيكلية يقع العبء الرئيسى لحركة الإنسان ونشاطاته البدنية المختلفة واتزانه فى الفراغ، ويتم ذلك من خلال تفاعل عمل الجهاز العضلى بأجهزة الجسم الأخرى، وتوجد لكل مجموعة عضلية هيكلية مجموعة عضلية مضادة لها فى العمل، وتسمى المجموعة الأولى بالمحركات الأولية Prime Movers حيث تؤثر بالحركة فى اتجاه معين، أما المجموعة المضادة فتعمل فى الاتجاه المعاكس، بمعنى أن العضلات الثانية Flexors وهى التى تؤدى حركة الثنى، تقابلها العضلات الباسطة Extensors التى تؤدى حركة المد لنفس الجزء المتحرك من الجسم. . . . وهكذا.

وفى إطار دراسة حركة الإنسان ينبغى أن نميز بين الحركة بمفهومها العام والشامل Movement والحركة الانتقالية Locomotion، فالحركة بمفهومها الشامل تتضمن - بالإضافة إلى الحركات الخارجية الظاهرة والإرادية مثل حركة أطراف الجسم أو الرأس أو الأصابع - حركات أخرى داخلية غير ظاهرة وغير إرادية مثل حركة القلب، الحجاب الحاجز والقناة الهضمية. . . . فإذا نتج عن الحركة الظاهرة تحرك الجسم بكامله وانتقاله إلى مكان آخر، تسمى الحركة فى هذه الحالة بالحركة الانتقالية، ويتم هذا النوع من الحركة نتيجة انقباض وانبساط العضلات بواسطة الارتباط بأجزاء الجسم الهيكلية الأخرى (العظام - الغضاريف - الأربطة - المفاصل).

تركيب العضلة الهيكلية: Structure Of Skeletal Muscle

تتألف العضلة الهيكلية من مجموعة حزم من الألياف العضلية Fascic- Fiber ulus's تحاط كل ليفة منها بغشاء رقيق يعرف بالساركوليما Sarcolemma يفصل بين

www.hollanduniversity.org
محتـويات الليفة وسائل مـا بين الخلايا، وتضم الليفة عـددا من اللويفات Myofibrils يجرى بينها سـائل السـاركوبلازم Sarcoplas يملأ فراغ الخليـة من الداخل وتتعلق بهذا السائل وتسبح فيه العـديد من الجسيمات الصغيرة التى تسـمى عضيات الخلية والتى من أهمها:

١- النواة Nucleus التى تعتـبر مركز نشـاط وانقسام الخليـة والمسؤولة عن نقل الصفات الوراثية من جيل إلى جيل.

٢- الميتوكوندريا Mitochondria والتى تعرف بمخازن الطاقة اللازمة للخلية من جليكوجين، دهون، مواد فسفورية وغيرها.

٣- الشبكة الاندوبلازمية Endoplasmic Reticulum ومهمتهـا الرئيسة توصيل المواد عبر الخلية وخارجها.

٤- أجسام جولجى Golgi Bodies وتساهم فى بناء الأنزيمات والهرمونات.

٥- الرايبوزمات Ribosome's ولها أهمية كبيرة فى بناء البروتينيات بالخلية.

٦- الأجسام المركزية Centrioles ولها علاقة كبيرة بانقسام الخلية.

٧- الفجوات الخلوية Vacuoles وهى عبارة عن مخازن مؤقتة لنفايات الخلية.

وتتركب اللويفة العضلية Myofibril من خيوط الأكتين Actin وخيوط المايوسين Myosin وهما عبارة عن خيوط بروتينية، وعلى أساس اتحاد هذين النوعين من الخيوط وانفصالهما تأسست النظرية المعروفة بنظرية انزلاق الخيوط Filament Theory Sliding التى توصل إليـها العـالم الإنجليزى «هيـو هكسلى» Hugh Huxley ومسـاعده «جـين هانسون» Jean Hanson وفى ضوئها فسرت عمليتا الانقباض والارتخاء العضلى.

ومما سبق يمكننا إيجاز تركيب العضلة الهيكلية فيما يلى:

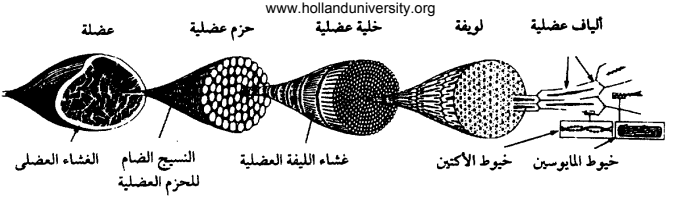
١- لويفة عضلية Myofibril تتألق من فتائل الأكتين والمايوسين.

٢- مجموعة لويفات عضلية تكون الليفة Fiber.

٣- مجموعة ألياف عضلية تكون حزمة Fasiculus.

٤- مجموعة حزم عضلة محاطة بغشاء رابط يسمى إندومايزيوم Endomysium تكون الشكل الكامل للعضلة الهيكلية Skeletal Muscle. انظر شكل (٢).

www.hollanduniversity.org



شكل (٢)

تركيب العضلة الهيكلية

الانقباضة العضلية البسيطة (الخلجة العضلية)

Twitch Simple Muscle

عندما تستجيب العضلة لإشارة عصبية واحدة تصل إليها عن طريق تنبيه العصب أو العضلة نفسها (كهربائيا) تعرف تلك العملية بالانقباضة العضلية البسيطة أو الخلجة العضلية، ومنذ لحظة وصول المنبه أو المثير العصبى إلى العضلة وحتى نهاية تلك الانقباضة البسيطة تمر العضلة بثلاث مراحل هى:

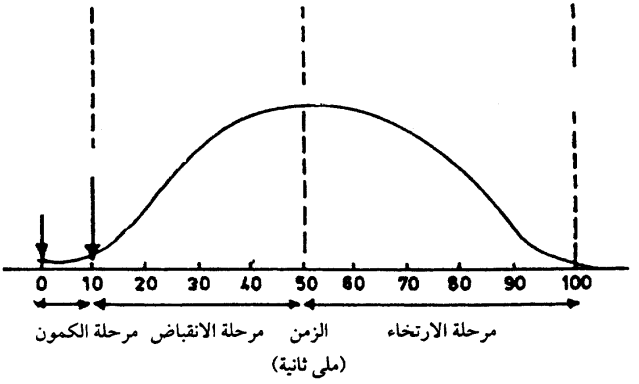
١- **مرحلة الكمون أو السكون** Latent Period وهى فترة زمنية قصيرة تقدر بحوالى ١٠ ملى ثانية تنقضى بين لحظة إعطاء الحافز أو المثير وبين بداية عملية التقلص أو الانقباض، وتحدث فى تلك الفترة مجموعة من التغيرات الكيميائية والفيزيائية بالعضلة كاستعداد لعملية الانقباض، حيث تجهز طاقة الانقباض ويزول استقطاب غشاء الليفة العضلية وتتحرر مادة الأستيل كولين.

٢- **مرحلة الانقباض** Contraction Period وفيها تنقبض العضلة وتتقلص أليافها بانزلاق وتداخل فتائل الأكتين وفتائل المايوسين، مما يترتب عليه حدوث قصر فى ألياف العضلة وزيادة فى توترها وتستغرق تلك العملية حوالى ٤٠ ملى ثانية.

٣- **مرحلة الانبساط (الارتخاء)** Relaxation Period هذه المرحلة تمثل رجوع الألياف العضلية إلى سابق طولها أو توترها قبل الانقباض، وتستغرق تلك الفترة حوالى ٥٠ ملى ثانية.

www.hollanduniversity.org

وتتضح مراحل الانقباضة العضلية البسيطة من خلال شكل (٣).



شكل (٣)

الانقباضة العضلية البسيطة (الخلجة العضلية)

العوامل المؤثرة على الانقباضة العضلية البسيطة:

تتأثر الانقباضة العضلية البسيطة بعدد من أهم العوامل التى تؤدى إلى زيادة قوة الانقباضة أو نقصها، ومن أهم تلك العوامل ما يلى:

١- **حالة العضلة قبل بدء الانقباض:** ويطلق على هذا العامل الطول الابتدائى للألياف العضلية، ويعنى ذلك أنه كلما زاد طول الألياف العضلية - نتيجة لشدها قبل بدء الانقباض - كانت درجة الانقباض أقوى، وتستمر هذه العلاقة الطردية إلى حدود معينة من درجة شد الألياف أو طولها، فإذا تم تجاوز تلك الحدود يحدث العكس وتقل درجة الانقباض العضلى.

٢ - **درجة حرارة العضلة:** يؤدى ارتفاع درجة حرارة العضلة إلى زيادة قوة الانقباضة العضلية البسيطة، كما يؤدى إلى زيادة فى سرعتها، ويحدث ذلك نتيجة لزيادة سرعة التغيرات الكيميائية المنتجة بالعضلة، وهذا ما يفسر أهمية قيام اللاعب بعملية الإحماء قبل أداء الجهد البدنى.

www.hollanduniversity.org

٣- **التعب العضلى**: يؤثر التعب العضلى سلبا على قوة الانقباض، حيث يسبب التنبيه المستمر والمتتالى للعضلة إلى ضعف الانقباض وطول زمن الخلجة العضلية.

٤- **النشاط البدنى والتدريب الرياضى**: يؤدى التدريب الرياضى المنتظم إلى تقليل فترة الكمون بالعضلة وزيادة سرعة الانقباض وقوته.

استجابة العضلة للمثيرات العصبية المتكررة:

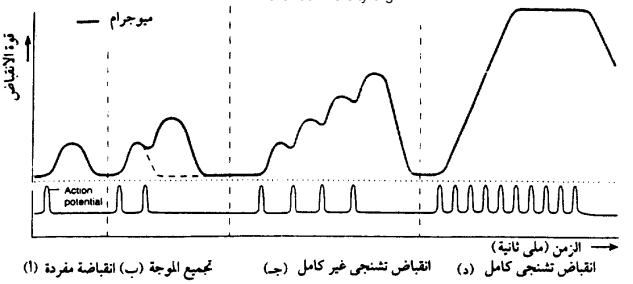
يمكن توضيح تأثير المثيرات العصبية المتكررة على العضلة من خلال استعراض ثلاثة نماذج هى:

١- إذا تكرر تنبيه العضلة بعد وصولها إلى الارتخاء الكامل انبساطها مباشرة فإنها تحدث خلجات عضلية منفصلة تزداد قوة حتى تصل إلى حدها الأقصى وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة السلم أو الدرج، ومثال على ذلك تكرار رفع بار حديدى أو دمبلز بقبض الساعد على العضد Flextion مع التحرر من الثقل بعد كل تكرار... وهكذا.

٢- إذا تكرر تنبيه العضلة- أثناء فترة انبساطها - بسيل من التنبيهات المتعاقبة فى حدود (١٠-١٥ مرة فى الثانية) فإن العضلة تبقى فى حالة تقلص مستمر، ولكن لا يزال هناك تمييز لهذه الانقباضات بعضها البعض بظهور قمم للانقباض، **وهذا ما يطلق عليه التقلص أو الانقباض التشنجى غير الكامل** Incomplete Tetanus ومثال على ذلك عند أداء التكرارات العادية لرفع البار الحديدى أو الثقل لأداء مجموعة كاملة من التكرارات حيث ترتخى العضلة نسبيا عقب كل تكرار.

٣- إذا تعاقب وصول التنبيهات العصبية للعضلة بمعدلات تردد عالية أثناء انقباض العضلة ودون حصولها على أى درجة من الارتخاء، ففى هذه الحالة تندمج الخلجات العضلية وتتداخل فيما بينها، وتبقى العضلة فى حالة تقلص مستمر خال من القمم، وهذا ما يعرف **بالتقلص أو التشنج الكامل** com-plete Tetanus (شكل ٤) ومثال على ذلك عند رفع اللاعب بارا حديديا ذا أوزان ثقيلة نوعا ما، ثم قيام زميلين له بزيادة أثقال البار تباعا وبصورة سريعة ومتلاحقة أثناء استمراره فى أداء الانقباض.

www.hollanduniversity.org



شكل (٤)

تأثير المثيرات العصبية المتكررة على العضلة

والانقباض التشنجى الكامل وغير الكامل عن: Tortora, 2000

التعب العضلى: Muscular Fatigue

ينشأ التعب العضلى نتيجة تكرار عدد كبير من الانقباضات العضلية القوية والمتعاقبة التى تشكل عبئا على الجهازين العصبى والعضلى، كما أن المجهودات العنيفة والمستديمة لمدة زمنية طويلة تشكل عبئا آخر على الجهازين الدورى والتنفسى مما يتسبب أيضا فى حدوث التعب.

وعند قيام العضلات بعدد كبير من التقلصات المنفردة أو المستمرة لفترة من الزمن يحدث انخفاض واضح فى قابليتها على التقلص، وقد تتقاعس العضلة تماما عن الاستجابة ولكنها تبقى فى حالة تقلص جزئى.

ويمكن تعريف التعب العضلى على أنه: **حالة من الانخفاض المؤقت للكفاءة البدنية والوظيفية للجسم، تنشأ كنتيجة لأداء مجهودات بدنية قوية ومتلاحقة تؤثر بشكل واضح على مستوى الفرد وقدرته على الاستمرار فى الأداء.**

أنواع وتفسيرات حدوث التعب العضلى:

على مدى سنوات طويلة اختلفت تفسيرات العلماء حول ظاهرة حدوث التعب العضلى؛ أسبابه، أنواعه، علاماته، وكذا ارتباط ظهوره بشكل كبير تحت تأثير نوعيات معينة من الجهد البدنى أو حمل التدريب، وتراوحت تفسيرات العلماء فى ذلك حول

www.hollanduniversity.org
أنواع متعددة من التعب ترتبط بظروف التدريب والمنافسة منها: التعب الانفعالى، والتعب الذهنى، والتعب الحسى، والتعب البدنى، وكذلك من حيث مواضع شعور اللاعب بالتعب فى الجسم وكون التعب موضعيا فى جزء معين من العضلات أو تعب كلى فى الجسم عامة.

ولقد تركزت تفسيرات العلماء حول أسباب التعب العضلى فى ثلاثة عوامل أساسية هى:

١- تجمع وتراكم فضلات التعب ومخلفات الطاقة بالعضلة ومن أهمها حامض اللاكتيك وحامض البيروفيك وثانى أكسيد الكربون والفوسفات الحامضية، وقد أطلق على ذلك اسم: عامل مواد التعب Fatigue Substances Factor.

٢- نقص مواد الطاقة اللازمة للانقباض العضلى مثل نقص مخزون الطاقة الفوسفاتى أو الجليكوجينى.

٣- تعب الاتصال العصبى العضلى الذى ينتج عن خلل فى انتقال الجهد التأثيرى Action Potintial من غشاء الليفة العضلية إلى الألياف، وهذا السبب هو الذى يرجحه العلماء فى الآونة الأخيرة عما كان معتقدا من قبل بأن نقص مادة الأستيل كولين Acetylcholine التى تفرز عند نهاية الأعصاب هى السبب فى حدوث التعب لعمليات الاتصال العصبى العضلى.

وفيما يختص بنوعيات التعب الناتج عن استخدام وتدريب مجموعات عضلية معينة بالجسم- كبيرة أو صغيرة - يمكن تمييز ثلاثة أنواع من التعب العضلى هى:

أ - **التعب العضلى الموضعى**: وهو الذى يحدث عند مشاركة أقل من ثلث الحجم الكلى لعضلات الجسم، مثل تعب عضلات الذراعين عند التصويب فى كرة اليد أو السلة أو مهارات الرماية.

ب - **التعب الجزئى**: وهو الذى يحدث عند مشاركة أقل من ثلثى الحجم الكلى لعضلات الجسم مثل تعب عضلات الرجلين فى السباحة أو تدريبات الأثقال وغيرها...

www.hollanduniversity.org

جـ - **التعب الكلى**: وهو التعب الذى يحدث عند مشاركة أكثر من ثلثى عضلات الجسم ككل فى العمل، وما يرتبط بذلك من زيادة التأثير على وظائف الجهازين الدورى والتنفسى، مثلما يحدث فى رياضات الجرى والسباحة وألعاب الكرة.

الألم العضلى: Muscle Soreness

هو الألم الذى يحدث بالعضلات عقب أداء تدريبات مرتفعة الشدة ويظهر خلال المراحل الأخيرة من أداء المجموعات التدريبية أو خلال فترة ١٢ ـ ٤٨ ساعة من انتهاء التدريب.

وترجع أسباب الألم العضلى إلى عوامل تتعلق بالتلف البنائى الذى يحدث للنسيج العضلى نتيجة أداء التدريبات الشاقة وزيادة ضغط السوائل بالأنسجة العضلية التى تنتقل إليها بواسطة الدم وتراكم مخلفات التمثيل الغذائى بالعضلة.

التقلص العضلى: Muscle Cramp

هو عبارة عن زيادة فى توتر العضلة يؤدى إلى انقباضها المفاجئ بقوة عالية يصاحبها تقلص وألم شديد. وقد يحدث التقلص العضلى أثناء الراحة الكاملة أو النوم كما قد يحدث عند مزاولة الرياضة، وغالبا ما تعزى أسباب التقلص العضلى إلى عوامل تتعلق بنشاط الدورة الدموية المغذية للعضلة، أو نتيجة الإجهاد عقب أداء التدريبات البدنية العنيفة التى لم تتعود عليها العضلة، كما يحدث التقلص العضلى نتيجة نقص أو فقد الأملاح أو الماء أو كليهما، مثلما هو الحال عند التدريب فى الأجواء الحارة وفقد كمية كبيرة من العرق، وبالنسبة لتكرار حدوث التقلص العضلى خلال فترات الراحة أو النوم فإن ذلك يعزى ـ فى الغالب ـ إلى نقص الأملاح فى الغذاء وخاصة كلوريد الصوديوم.

ويتم إسعاف وعلاج حالات التقلص العضلى بواسطة مط أو إطالة العضلة (فك العضلة) مع استخدام التدليك وتنشيط الدورة الدموية وتمرينات المطاطية والعناية بالتغذية المتكاملة العناصر، وقد تستخدم العلاجات الدوائية كالأسبرين أو مضادات الالتهاب أو الأدوية المرخية للعضلات مثل الكولترامبل والدانتريم وغيرها.

www.hollanduniversity.org

النغمة العضلية للجسم: The Body Muscle Tone

تبقى عضلات الجسم دائما فى حالة من التوتر أو الانقباض الجزئى - غير المرئى - نتيجة وجودها المستمر فى حالة من الشد السلبى الناتج عن عاملين أساسيين هما:

١ - أن طول الألياف العضلية أقل من المسافة بين بداية العضلة ونهايتها (منشأ العضلة واندغامها)،ولذا تظل العضلة مشدودة عن اتصالها بالعظام.

٢ - أن هناك قوى لشد الجاذبية الأرضية على العضلات المقاومة لتأثير الجاذبية والتى تحفظ قوام الجسم فى صورته المعتدلة ويطلق عليها العضلات الناصبة للقوام Postural Muscles وتتمثل فى عضلات الظهر والعضلات الباسطة Extensor Muscles للفخذ والساق.

ويلاحظ بأن وجود شد دائم على العضلة يؤدى إلى استثارة المستقبلات الحسية بها Proprioceptors وخاصة المغازل العضلية Spindles Muscle التى ترسل إشارات عصبية إلى الجهاز العصبى المركزى الذى يقوم بدوره بالإشارة إلى انقباض الألياف العضلية حول المغزل العضلى، ويكون ذلك بصفة مستمرة ودائمة مما يحدث تلك النغمة العضلية الدائمة، والجدير بالذكر بأن ضعف النغمة العضلية بالجسم يعد أحد أهم أنواع الخلل التى تتسبب فى انحراف قوام الجسم، ويظهر ذلك بشكل جلى فى حالات المرض وعند التقدم فى العمر وكذا لدى الأشخاص ذوى البنية العضلية الضعيفة.

ومما سبق يمكننا تعريف النغمة العضلية للجسم بأنها:

درجة التوتر الجزئى الدائم - غير المرئى - لعضلات الجسم التى تساهم فى حفظ قوام الجسم فى وضعه المعتدل، المسلم به من الناحيتين التشريحية والميكانيكية.

الوحدة الحركية والاتصال العضلى العصبى:

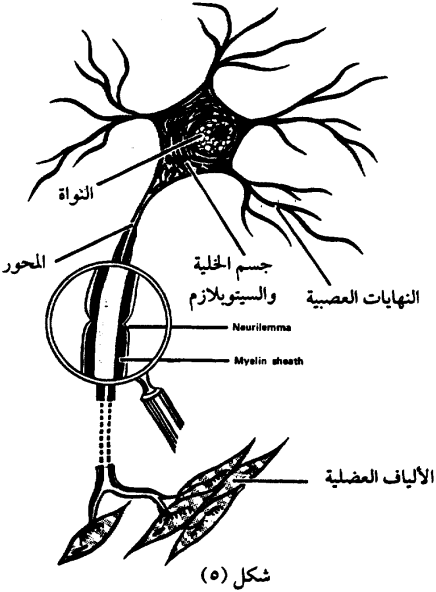
The Motor Unit And Myoneural Junction

تنقبض العضلة عندما تثار عن طريق العصب وكذلك عندما تثار كهربائيا فى التجارب المعملية التى تجرى على العضلات المفصولة عن أجسام بعض حيوانات التجارب، وتستخدم حاليا طرق التنبيه الكهربائى لعضلات جسم الإنسان Electro-stemolation وعلى أى حال فمن الواضح أن العضلة لا تنقبض من تلقاء نفسها.

www.hollanduniversity.org

ولقد لوحظ بأنه فى جسم الإنسان يتصل بالعضلة الواحدة عدد من الألياف العصبية قد يصل إلى المئات أو الآلاف، وتتفرع الليفة العصبية إلى فروع عديدة ودقيقة يتصل كل منها بليفة عضلية، **ويطلق على مجموعة الألياف العضلية التى تتصل بها ليفة عصبية واحدة اسم الوحدة الحركية**.

ويختلف عدد الألياف العضلية من وحدة حركية إلى أخرى، فهناك الوحدات الحركية الكبيرة مثل وحدات عضلات الظهر والرجلين التى يصل فيها عدد الألياف العضلية إلى ١٥٠ ليفة ـ عضلات الظهر مثلا ـ وما يربو على ١٩٠٠ ليفة فى عضلات الساق، وهناك الوحدات الحركية الصغيرة لعضلات الأصابع التى يصل فيها العدد إلى ثلاث أو أربع ألياف عضلية، وكذلك العضلات التى تحرك العين والتى تتألف من خمس أو ست ألياف عضلية، والشكل (٥) يبين تركيب الوحدة الحركية.



شكل (٥)
تركيب الوحدة الحركية

www.hollanduniversity.org

وينبغى الإشـارة إلى أنه كلما قل عدد الألياف العضلية بالوحـدة الحركيـة كانت الحركة الناتجة سريعة ودقيقة ولكن ينقـصها القوة وينطبق ذلك على حركـات عضلات الأصابع وحركـة العين، فى حين أنه كلما زاد عـدد الألياف العضلية بالوحدة الحـركية زادت قوة الانقباض وكانت الحركة أكثر قـوة، كما أن هناك عاملا آخر يتحكم فى مقدار القوة الناتجة بالعـضلة وهو مقدار استثارة أو تنبيـه أكبر عدد ممكن من الوحـدات الحركية بالعضلة حيث تصل قـوة الانقباض إلى أقصاها عندما تـستثار جميع الوحـدات الحركية بالعضلة.

الاتصال العصبى العضلى: Myoneural Junction

يتصل عـادة بكل ليف عصبى هيكلى فـرع واحد فقط من ليف عصـبى حركى، وتكون نهاية الفرع منتفخة على شكل قـرص أو كمثرى وتدعى القدم النهائية end foot تستقر على جزء من غشاء الليفة العضلية (الساركوليما) Sarcolemma يدعى الصفيحة النهائية end plate وتتداخل امتـدادات عديدة من القدم النهائيـة فى الصفيحـة النهائية ولكن على الرغم من ذلك يتبـقى بينهما فراغ يظـهر تحت المجهر الإلكتـرونى، وتحتوى القدم النهـائية على عدد كبـير جدا من الأكيـاس الدقيقة تدعى الحـويصلات Vesicles ممتلئة بالناقل الكيميائى الذى يعرف: بـ الأستيل كولين Acetylcholine.

وعندما تصل الحوافز العصبية إلى نهاية الـليف العصبى ينفجر عدد كبير من هذه الحويصلات فيتحرر الأستيل كولين الذى ينتشر فى الفراغ الكائن بين غشاء القدم النهائية وغشاء الليف العضلى (الساركوليما) ويمر الأستـيل كولين عبر غشاء الليفة العضلية إلى داخلها ويبدأ فى التأثير عـلى الغشاء، وإذا تحررت مادة الأستيل كولين بكميـة كافية فإن ذلك يؤدى إلى إزالة استقطاب depolarization وتولد جهدا تأثيريا action potential أو (سيالة عصبية) فى الليفة العـضلية ذاتها، وهذه العملية تجرى فى نفس الوقت لجميع الألياف العضلية المكونة للوحدة الحركـية طبقا لما يعرف بقانون الكل أو لا شىء All- or none law الذى تخضع له الألياف العـضلية المكونة للوحدة الحركيـة بالعضلة وليست العضلة الهيكيلة ككل.

بعد ذلك تبدأ عملية انبساط العضلة بإعادة الاسـتقطاب لغشاء الليفة العضلية مرة أخرى فيما يطلق عليه مصطلح repolarization والذى يحدث بفعل إفراز إنزيم خاص يسمى «كولين إستريز» cholinesterase يساعد على تحليل مادة الأستيل كولين، وهذا الإنزيم يفرز بنفس الفـراغ السابق ذكره بين غشاء القـدم النهائية لليف العصـبى وغشاء الليف العضلى، انظر شكل (٦).

www.hollanduniversity.org

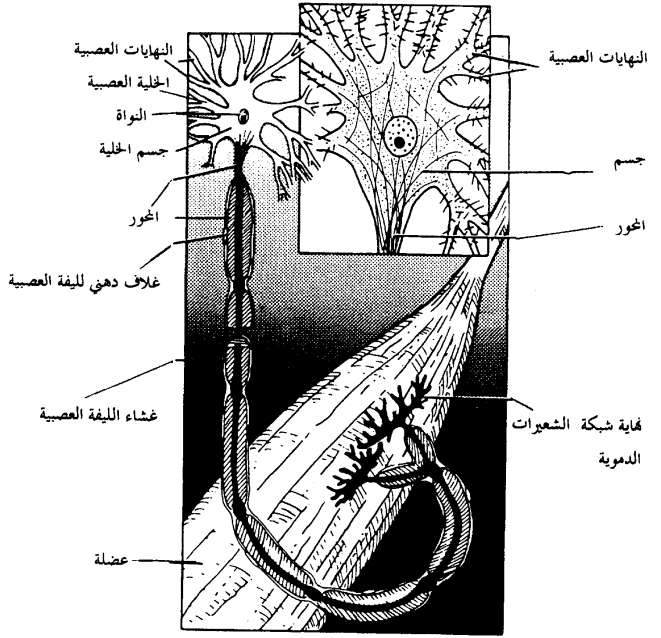
أنواع الألياف العضلية وخصائصها الفسيولوجية:

تختلف إمكانات الأفراد واستعداداتهم الفطرية التكوينية بما يميز بعضهم البعض فيما يمتلكونه من عناصر اللياقة الفسيولوجية، ولقد ذكرنا فيما سبق بأن اللياقة الفسيولوجية تعنى مجمل لياقة جميع وظائف الجسم والتى يعبر عنها بعناصر اللياقة البدنية وبعض المؤشرات الفسيولوجية الأخرى، ويرتبط تميز الأفراد فى جوانب اللياقة الفسيولوجية بخصائص امتلاكهم لتكوين جسمى معين، وفق ما منحهم الله تعالى من قدرات فطرية تتمثل فى نوعية الألياف العضلية الغالبة على تكوينهم البدنى، وكلمة **الغالبة** هنا تشير إلى أن المقصود هو النسبة الأكبر لنوع معين من الألياف على حساب الأنواع الأخرى، وقد اتفق العلماء على أن الألياف العضلية عموما تنقسم إلى نوعين رئيسيين هما:

١- **الألياف بطيئة الانقباض** Slow twitch fibers ويميزها البعض من حيث اللون فيطلق عليها اسم الألياف الحمراء Red fibers ويتميز هذا النوع من الألياف بالقدرة على أداء انقباضات عضلية متتالية لفترة طويلة من الوقت معتمدة على الأكسجين فى إنتاج الطاقة ولذا فإنها تعرف أيضا بالألياف البطيئة المؤكسدة Slow oxidative ويرمز لها بالرمز (SO) ويتضح من مسمى هذه الألياف بأنها تكون بطيئة الانقباض حيث تصل إلى قمة انقباضها فى زمن مقداره حوالى ١٢ ملى ثانية، ويصل معدل انقباضها إلى ١٠-١٥ انقباضة فى الثانية الواحدة كما تتميز بأنها مقاومة للتعب؛ ولذا فإنها تمثل التكوين المميز لعضلات لاعبى المارثون واختراق الضاحية ومتسابقى المسابقات الطويلة فى: السباحة والجرى والدراجات والتجديف... وغيرها، وهذه الرياضات تعرف برياضات التحمل، والمقصود هنا هو التحمل الدورى التنفسى، أو فيما يعبر عنه حديثا بمصطلح «القدرات الهوائية» Aerobic Abilities وتشتمل الألياف بطيئة الانقباض على حجم أكبر من الميوجلوبين، وعدد أكبر من الميتوكوندريا والشعيرات الدموية، كما تتميز بكفاءة أكبر فى إنتاج ATP بطريقة هوائية.

٢- **الألياف سريعة الانقباض** Fast Twitch Fibers ويميزها البعض من حيث اللون فتعرف بالألياف البيضاء White Fibers كما تتميز بسرعة انقباضاتها حيث تصل إلى قمة الانقباض فى زمن مقداره حوالى ٨ ملى ثانية، ويبلغ

www.hollanduniversity.org



شكل (٦)

الخلية العصبية واتصالها بالعضلة

معدل انقباضها ٣٠-٥٠ انقباضة فى الثانية الواحدة، وتكون قوة انقباض هذا النوع من الألياف بدرجة أكبر من قوة انقباض الألياف البطيئة؛ لذا يمكن تسمية الألياف سريعة الانقباض باسم «ألياف القوة والسرعة» وعلى هذا الأساس يمكن الاستناد إلى أن اللاعبين الذين يتميزون بتكوين جسمانى يتضمن نسبة غالبة من الألياف سريعة الانقباض (الألياف البيضاء) هم - بلا شك - رياضيو ألعاب القوة Strength أو ألعاب السرعة Speed أو رياضيو الألعاب التى تتميز بالقوة والسرعة معا (القدرة العضليةMuscular Power)

www.hollanduniversity.org

ويندرج تحت هذا التصنيف العداءون Sprinter -رباعو الأثقال Weight Lifters لاعبو الرمى والوثب بأنواعهما المختلفة . . . . .

ويشير «تورتورا» Tortora, ٢٠٠٠ إلى أن الألياف العضلية سريعة الانقباض تنقسم بدورها إلى قسمين هما:

أ- الألياف السريعة الجليكوجينية المؤكسدة: Fast Oxidative Glycolytic ويرمز لها بالرمز FOG.

هذا النوع من الألياف يعتمد بشكل أساسى على إنتاج الطاقة بواسطة استخدام الأكسجين فى أكسدة الجليكوجين، بالإضافة إلى استخدامه لنظام آخر هو الجلكزة اللاهوائية (احتراق الجلوكوز دون استخدام الأكسجين) وتتركز تلك الألياف فى عضلات الرجلين عموما.

ب- الألياف السريعة الجليكوجينية Fast Glycolytic ويرمز لها بالرمز F G .

ويعتمد هذا النوع من الألياف بدرجة أساسية على نظام الجلكزة اللاهوائية Gly-colysis، ويتركز تكوين تلك الألياف فى عضلات الذراعين.

وفى أجسامنا يختلف توزيع الألياف العضلية بنوعيها، كما يختلف توزيع وتركيز نوعية تلك الألياف لدى بعض الأشخاص عن البعض الآخر، ومن ثم كان اختلاف الأفراد فى خصائص وعناصر اللياقة البدنية، وتشتمل عضلات الجسم على كلا نوعى الألياف العضلية: السريعة والبطيئة - على السواء - إلا أنه فى حدود الوحدات الحركية بالعضلة تشتمل كل وحدة حركية بذاتها على نوعية محددة من تلك الألياف، فهناك الوحدات الحركية سريعة الانقباض أى التى تعمل على ألياف عضلية سريعة، وهناك الوحدات الحركية التى تعمل على ألياف عضلية بطيئة الانقباض، وطبقا لهذا المفهوم تتوقف سرعة انقباض العضلة على مقدار احتوائها على أكبر عدد من الوحدات الحركية السريعة، ويرتبط تحمل العضلة بمقدار احتوائها على عدد أكبر من الوحدات الحركية البطيئة، ويوضح جدول (٤) خصائص أنواع الألياف العضلية.

www.hollandunivesity.org

جـدول (٤)

مقارنة خصائص أنواع الألياف العضلية

أولا: الخصائص التكوينية Structural Characteristics

م	نوع الألياف / الخصائص	الألياف البطيئة المؤكسدة (SO)	الألياف السريعة المؤكسدة الجليكوجينية FOG	الألياف السريعة الجليكوجينية FG
١	قطر الليفة العضلية.	الأصغر	متوسط	الأكبر
٢	تكوين الميوجلوبين.	حجم كبير	حجم كبير	حجم صغير
٣	الميتوكوندريا.	وفيرة	وفيرة	محدودة
٤	الشعيرات الدموية.	وفيرة	وفيرة	محدودة
٥	لون الألياف.	حمراء	حمراء - وردية	بيضاء (باهتة)

ثانيا: الخصائص الوظيفية Functional Characteristics

م	كفاءة إنتاج ATP وطريقة استخدامه	كفاءة عالية، تتم بواسطة التنفس الخلوى الهوائى	كفاءة متوسطة، تتم بواسطة كل من التنفس الخلوى الهوائى والجلكزة اللاهوائية	كفاءة منخفضة، تتم بواسطة التنفس الخلوى اللاهوائى (الجلكزة اللاهوائية) فقط.
١	سرعة الانقباض.	بطيئة	سريعة	سريعة
٢	مقاومة التعب.	عالية	متوسطة	منخفضة
٣	مخزون الجليكوجين.	منخفض	متوسط	كبير
٤	أماكن توافرها بالجسم.	عضلات القوام وخاصة العضلات الناصبة للرقبة	عضلات الرجلين	عضلات الذراعين
٥	الوظائف الرئيسية.	حفظ قوام الجسم وأداء أنشطة التحمل	المشى والعدو	الحركات بالغة السرعة قصيرة الدوام

المصدر: تورتورا Tortora ,2000

www.hollanduniversity.org

تأثير التدريب الرياضى على نوعية الألياف العضلية:

ذكرنا فيما سبق أن الألياف العضلية السريعة تنقسم لنوعين هما: الألياف سريعة الانقباض الجليكوجينية التى تعتمد على الأكسجين فى إطلاق طاقة الانقباض، والأخرى هى التى لا تعتمد على الأكسجين فى إنتاج تلك الطاقة، ويرى بعض العلماء أن التدريب الرياضى يمكن أن يؤثر على نوعية الألياف العضلية من حيث اكتسابها أو فقدها لبعض خصائصها التكوينية أو الوظيفية مع الاحتفاظ بتقسيماتها المعروفة، بمعنى أنه نتيجة لتركيز التدريب الرياضى على استخدام تمرينات التحمل لفترات طويلة مثلا، سوف ينتج عن ذلك اكتساب بعض الألياف العضلية سريعة الانقباض خاصية التحمل، ومن المرجح أن يكون ذلك على حساب الألياف السريعة الوسيطة، (السريعة الجليكوجينية المؤكسدة FOG)، ولقد توصلت بعض الدراسات إلى أن تدريب متسابقى المسافات القصيرة على الجرى لمسافات طويلة يؤدى إلى زيادة عنصر التحمل لديهم ولكنهم يفقدون بعضا من سرعتهم، كذلك الحال عند تدريب لاعبى التحمل على تدريبات السرعة أو القوة ذات الشدة العالية، فإن أليافهم العضلية الحمراء (بطيئة الانقباض) سوف تكتسب خاصية السرعة فى حين تفقد جزءا من قدرتها على التحمل، ويشير بعض العلماء إلى أن هناك نوعا خاصا من الألياف الحمراء تتميز بقدرتها على الانقباض السريع على الرغم من الاحتفاظ بخصائصها الأخرى كألياف حمراء (بطيئة الانقباض).

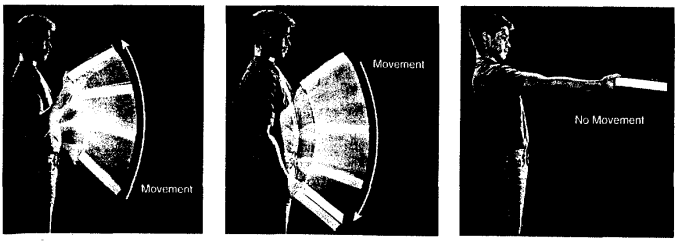
وفى الوسط الرياضى تنتشر مقولة مؤداها «أن العدَّاء يولد ولا يصنع» أى أن لاعب السرعة يولد مؤهلاً لأن يكون كذلك وفقا لما يتوارثه من خصائص تكوينية تتمثل فى زيادة نسبة الألياف العضلية سريعة الانقباض، هذا الموضوع لا جدال فيه، إلا أنه يجب أن يؤخذ فى الاعتبار ما تمت الإشارة إليه من إمكانية تأثير نوعية التدريب الرياضى على تعديل خصائص بعض الألياف العضلية، وخاصة عندما يتسم تدريب اللاعب بالجدية والمثابرة التى قد تمتد لعدة سنوات حتى يمكن إحداث ذلك التأثير الذى قد يميز لاعبا أقل توارثا لعنصر السرعة على لاعب آخر أفضل إمكانية وتكوينا للألياف الخاصة بذلك ولكنه يفتقر إلى الجدية فى التدريب، أو أن تدريباته البدنية لا تركز بدرجة كبيرة على عنصر السرعة فى اللياقة، هذا فى الوقت الذى لا يمكن فيه إغفال أهمية العامل الوراثى إذا أحسن استغلاله فى عملية التدريب.

www.hollanduniversity.org

أشكال الانقباض العضلى وأنواعه Muscular Contraction Types

تختلف أشكال الانقباض العضلى تبعا للتغير الذى يحدث فى طول العضلة ومقدار ما يتولد بها من توتر ينشأ عنه تثبيت أو تحريك بعض أجزاء الجسم، وهناك نوعان أساسيان من الانقباض العضلى هما:

١- **الانقباض العضلى الثابت (الأيزومترى)** Isometric Muscular Contraction فى هذا النوع من الانقباض ينشأ توتر بالعضلة عند انقباضها، إلا أنه لا يحدث تغيرا فى طول الألياف العضلية وبناء على ذلك لا يظهر عملا ميكانيكيا للعضلة، فلا تستطيع أن ترفع ثقلا معينا أو تحركه، ومن أمثلة ذلك توتر العضلات التى تحافظ على بقاء الجسم فى وضع قوامى معتدل Postural Muscles ومن أهمها عضلات الظهر والعضلات الباسطة للفخذين والساقين، فانقباض هذه العضلات لا تنتج عنه حركة ظاهرة للجسم، ولكنها تعمل على اتزان الجسم ومقاومته لتأثيرات الجاذبية الأرضية أثناء الوقوف والجلوس...، كذلك فإنه عند محاولة الشخص دفع مقاومة ثابتة تفوق قدراته البدنية كدفع جدار أو جهاز مثبت بالأرض، وعند محاولة لاعب الجمباز الثبات بالجسم فى وضع معين لفترة ما، مثل الثبات فى وضع تعلق الزاوية على جهاز الحلق أو الوقوف على الذراعين... ومقدار الانقباض الحادث بالعضلات للمحافظة على هذه الأوضاع.



أ- انقباض أيزومترى (ثابت) ب- انقباض لامركزى جـ- انقباض مركزى

شكل (٧)
بعض أنواع الانقباض العضلى

www.hollanduniversity.org

٢- **الانقباض العضلى المتحرك (الديناميكى)** Dynamic Muscular Contraction ويعرف هذا النوع بالانقباض متغير الطول أو الأيزوتونى (Isotonic) وفى هذا الانقباض يتولد توتر بالعضلة، ويحدث تغيرا فى طول أليافها، ونتيجة لذلك تؤدى العضلة عملا ميكانيكيا ظاهرا مثلما يحدث فى العديد من الحركات التى نقوم بها فى حياتنا اليومية كالمشى والجرى واستخدام اليد فى الكتابة أو تناول الطعام... وكذلك بالنسبة لأداء مختلف المهارات والأنشطة الرياضية، وحيث إن النوع الثانى (الديناميكى) هو الأكثر استخداما فى مجال التدريبات البدنية، لذا فإننا نتناول فيما يلى أنواع هذا الانقباض ومجالات استخدام كل منها فى التدريب الرياضى.

أنواع الانقباض العضلى الديناميكى (الأيزوتونى):

تتلخص أنواع الانقباض العضلى الديناميكى فى النماذج التالية:

١- الانقباض الأيزوتونى المركزى Concentric Isotonic Contraction

وفى هذا النوع من الانقباض تتقلص العضلة بتقصير أليافها ويكون تقلص الألياف فى اتجاه مركز العضلة، ويحدث هذا النوع من الانقباض نتيجة زيادة القوة الناتجة من العضلة مقابل المقاومة التى تلاقيها، ومن أمثلة ذلك جميع حركات الانقباض العضلى أو التمرينات التى تؤدى إلى حدوث ثنى Flexion فى المفصل، مثل انقباض العضلة ذات الرأسين العضدية Biceps Brachials التى تعمل على ثنى الساعد على العضد، وانقباض العضلة الرفيعة الفخذية Gracilis التى تعمل على ثنى الفخذ.

٢- الانقباض الأيزوتونى اللامركزى Eccentric Isotonic

وفيه تنقبض العضلة فى عكس الاتجاه السابق، أى بعيدا عن مركزها، والانقباض هنا يحدث بالتطويل فى الألياف العضلية، وهذا الانقباض ينتج غالبا عن زيادة مقدار المقاومة عن القوة الناتجة بواسطة العضلة، ومن أمثلة ذلك الانقباض الذى يحدث بواسطة العضلات المثنية للذراعين Arm flexors عند حركة خفض الجسم بعد الشد على جهاز العقلة، أو كما يحدث عند مقاومة عضلات الرجلين لثقل الجسم أثناء عمل ثنى للركبتين... وهكذا.

www.hollanduniversity.org

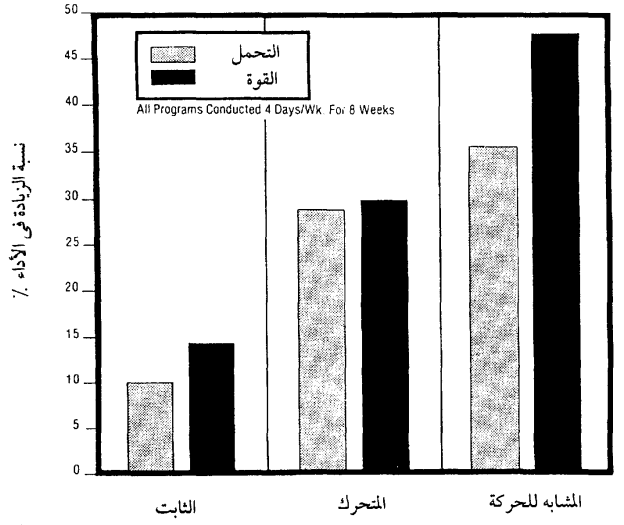
٣- الانقباض المشابه للحركة (أيزوكينتيك) Isokinetic

وهو نوع الانقباض العضلى الذى يؤدى بسرعة ثابتة وعلى المدى الكامل للحركة بحيث يأخذ الشكل الطبيعى لأداء الحركات الفنية التخصصية، فتقصر الألياف العضلية أو تطول عند انقباضها وفقا للحركة المطلوبة، ومن أمثلة ذلك حركات الشد فى السباحة والتجديف.

٤- الانقباض البليومترى Plyometric Contraction

وفيه تمط العضلة بأكثر من طولها العادى قبل الانقباض مباشرة، وبعبارة أخرى فإن الانقباض يتم من خلال عمليتين متتاليتين فى اتجاهين مختلفين، يبدأ الانقباض بعمل مطاطية سريعة للعضلة Stretch كاستجابة لتحميل متحرك مما ينبه أعضاء الحس العصبية العضلية Proprioceptive neuromuscular فتقوم بعمل رد فعل انعكاسى يحدث انقباضا عضليا سريعا يتم بطريقة تلقائية، ويحدث ذلك عند أداء الكثير من المهارات الرياضية فأداء حركات الوثب لأعلى التى يقوم بها لاعبو الكرة الطائرة عند عمل حائط الصد Block كما يتمثل ذلك فى جميع حركات الارتقاء Take off التى تسبق مهارات ألعاب الوثب بأنواعه المختلفة، كذلك يلاحظ الانقباض البليومترى فى أنواع الحركات التمهيدية التى تسبق مهارات ألعاب الرمى وركل الكرات فى ألعاب الكرة.

وتختلف تأثيرات التدريب باستخدام أنواع الانقباضات العضلية السابقة، فى تنمية القوة العضلية والتحمل العضلى الموضعى، حيث يساهم التدريب المشابه للحركة Isoki-netic بنحو ٤٨٪ فى تنمية القوة العضلية، بينما يساهم التدريب بالانقباض الأيزوتونى Isotonic بنسبة ٢٩٪ تقريبا مقابل ١٩ ٪ لتأثير التدريب بالانقباضات الثابتة Isometric وفى تنمية التحمل العضلى الموضعى تصل نسبة المساهمة فى تنمية هذا العنصر عند استخدام أنواع التدريبات السابقة (المشابه للحركة - الأيزوتونى - الثابت) إلى نسب مئوية مقاديرها (٣٦٪، و٢٩٪، و١٠٪ تقريبا على التوالى) على أساس أن يكون التدريب بمعدل (٤) مرات فى الأسبوع ويستمر البرنامج لمدة (٨) ثمانية أسابيع على الأقل، انظر شكل (٨).



شكل (٨)

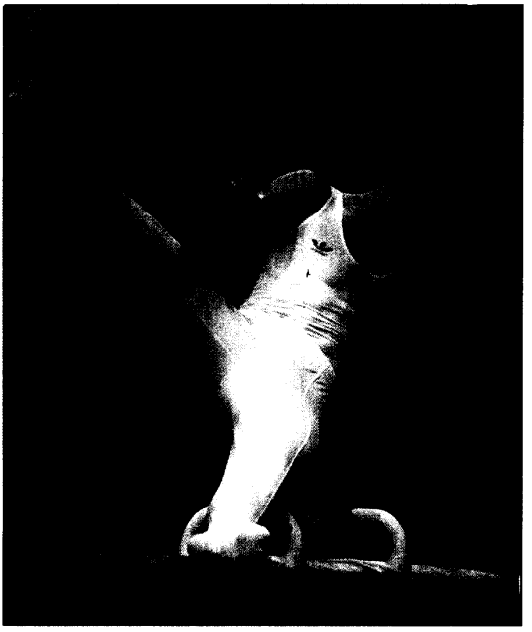
مقارنة تخطيطية لنسبة مساهمة أنواع التدريبات العضلية الثابتة، والمتحركة، والمشابهة للحركة فى تنمية القوة العضلية والتحمل العضلى الموضعى

www.hollanduniversity.org

الفصل الثالث

اللياقة العضلية العصبية واختباراتها

Neuromuscular Fitness and Tests



www.hollanduniversity.org

معنى ومفهوم اللياقة العضلية العصبية:

من دراستنا لموضوع الجهاز العصبى العضلى وحركة الجسم ومن خلال ما تم طرحه بالفصل الثانى من هذا الكتاب، يمكننا أن نخلص إلى أن اللياقة العضلية العصبية تعنى مقدار كفاءة العضلة فى أداء وظيفتها الأساسية وهى الانقباض العضلى ـ بأنواعه ودرجاته المختلفة ـ بالتآزر والتوافق التام مع عمل الجهاز العصبى لأداء الانقباضات بالقوة والسرعة اللازمة، كما أنها تشمل القدرة على تحمل تكرار الانقباضات القوية (التحمل العضلى) وتميز العضلة بدرجة جيدة من المطاطية Stretch.

ويلاحظ من هذا المفهوم بأن اللياقة العضلية العصبية تتضمن فى مجملها عددا من العناصر الأساسية للياقة البدنية هى: القوة العضلية ـ السرعة ـ التحمل العضلى، بالإضافة إلى تميز العضلات بخاصية المطاطية.

أولا: القوة العضلية Muscular Strength

تعرف القوة العضلية بأنها قدرة العضلة فى التغلب على مقاومة خارجية أو مواجهتها كما تعرف بأنها: أقصى مقدار للقوة يمكن للعضلة أداؤه فى أقصى انقباض عضلى واحد.

أنواع القوة العضلية:

هناك ثلاثة أنواع للقوة العضلية هى:

١- القوة القصوى: Maximum Strength

وهى أقصى قوة يستطيع الشخص إنتاجها إراديا ضد مقاومة ثابتة أو متحركة، فقد تكون هذه المقاومة ثابتة مثل الثبات فى وضع معين للجمباز أو المصارعة أو فى دفع مقاومة ثابتة، وتسمى فى هذه الحالة بالقوة القصوى الثابتة Static Maximum Strength، كما قد يتم التغلب على المقاومة مثل أداء حركات رفع الأثقال أو الرمى، وتسمى القوة فى هذه الحالة بالقوة القصوى المتحركة Maximum Dynamic Strength.

www.hollanduniversity.org

٢- القوة المميزة بالسرعة: Strength Characterized by Speed

وتعنى قدرة الجهاز العصبى على إنتاج قوة سريعة، وهذه تتميز بأنها تتضمن عملية الدمج بين السرعة والقوة فى مكون واحد، ومثال ذلك أداء ألعاب الرمى بأنواعه المختلفة والوثب بأنواعه ومهارات ضرب الكرة بالقدم أو ضربات الإرسال فى التنس. . .

٣- تحمل القوة: Strength Endurance

وتعنى قدرة الجهاز العصبى على التغلب على مقاومة معينة لأطول فترة زمنية ممكنة فى مواجهة التعب وعادة ما تتراوح تلك الفترة ما بين ٦ ثوان إلى ٨ دقائق.

العوامل الفسيولوجية المؤثرة على القوة العضلية:

هناك عدد من العوامل ذات التأثير على القوة العضلية من أهمها ما يلى:

أ - المقطع الفسيولوجى للعضلة:

ويقصد به مجموع مقطع كل ألياف العضلة الواحدة، وكلما زاد هذا المقطع زاد مقدار القوة العضلية.

ومن المعروف أن عدد الألياف العضلية يتكون وراثيا، ويظل ثابتا لا يتغير نتيجة التدريب الرياضى أو خلافه، أما الزيادة فتكون فقط فى حجم هذه الألياف العضلية فيما يعرف بالتضخم Hypertrophy.

ب - درجة إثارة الألياف العضلية:

تزداد القوة العضلية كلما زادت درجة استثارة الألياف العضلية أو أكبر عدد من الوحدات الحركية.

جـ - حالة العضلة قبل بدء الانقباض:

كلما زادت درجة تمدد العضلة ومطها قبل بداية الانقباض؛ زادت قوة الانقباض ومثال على ذلك الحركات التمهيدية التى تسبق ضرب الكرة باليد أو القدم أو حركة رمى الرمح.

د - فترة أو زمن الانقباض العضلى:

هناك علاقة عكسية بين زمن الانقباض العضلى وقوته، فكلما زادت فترة الانقباض العضلى انخفض مقدار القوة العضلية المنتجة والعكس صحيح.

www.hollanduniversity.org

هـ - نوع الألياف العضلية:

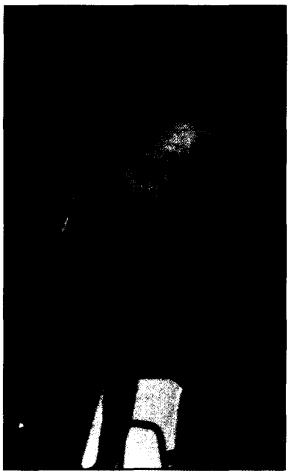
وقد تعرضنا لشرح هذا الموضوع فى الفصل السابق.

و - درجة التوافق بين العضلات المشتركة فى الانقباض العضلى:

ويتضمن هذا العامل درجة التوافق والتنسيق الداخلى فى ألياف العضلة الواحدة أثناء أدائها للانقباض، كذلك درجة التوافق بين العضلات العاملة والعضلات الأخرى المقابلة لها أو العضلات غير العاملة، وكلما زادت درجة التوافق تلك زاد مقدار القوة العضلية.

ز - الإفادة من النظريات الميكانيكية:

مثل استخدام وتطبيق نظريات الروافع كإطالة ذراع القوة للتغلب على مقاومة خارجية، وهذا يساعد على إنتاج قوة بدرجة أكبر وأفضل.



شكل (٩)

يحتاج السباحون إلى التميز فى مختلف أنواع السرعة كأساس للتفوق والإنجاز

www.hollanduniversity.org

ح - العامل النفسى:

تؤثر الجوانب النفسية التى يتميز بها الفرد والحالة التى يمر بها كالحماس، قوة الإرادة والثقة بالنفس على زيادة إنتاج القوة العضلية، بينما تؤثر حالات الاكتئاب، ضعف الثقة بالنفس ونقص الدافعية سلبيا على مقدار القوة العضلية.

ثانيا: السرعة Speed

تعرف السرعة بأنها: القدرة على تحريك أطراف الجسم أو جزء من روافع الجسم أو الجسم ككل فى أقل زمن ممكن.

أنواع السرعة:

هناك ثلاثة أنواع للسرعة هى:

١- **السرعة الانتقالية**: Sprint ويقصد بها سرعة التحرك وانتقال الجسم من نقطة إلى نقطة أخرى فى أقل زمن ممكن.

٢- **السرعة الحركية**: Movement Speed ويقصد بها القدرة على أداء حركة أو مجموعة من الحركات بجزء أو أكثر من أجزاء الجسم فى أقل زمن ممكن.

٣- **سرعة رد الفعل**: Reaction Time Speed وهى الفترة الزمنية التى تنقضى بين لحظة ظهور مثير معين وبداية الاستجابة لهذا المثير.

ويرتبط نوعا السرعة الحركية والانتقالية فسيولوجيا بالجهاز العصبى المركزى من خلال التبادلات السريعة بين عمليات الاستثارة Stimulation وعمليات المنع أو الكف العصبى Inhibitation.

العوامل الفسيولوجية المؤثرة على السرعة:

يتأثر عنصر السرعة بمجموعة من العوامل الفسيولوجية التى من أهمها ما يلى:

١- **العامل الوراثى**: ويقصد به نوع الألياف العضلية والنسبة الغالبة منها فى تكوين الألياف العضلية لدى الشخص والتى يتم اكتسابها وراثيا، فكلما كانت نسبة الألياف العضلية السريعة Fast Twitch Fibers لدى أحد الأفراد أكبر اكتسب ميزة أفضل فى إمكانية توافر عنصر السرعة لديه.

www.hollanduniversity.org

٢- **خصوصية النشاط والتدريب الرياضى**: ينبغى أن يؤخذ فى الاعتبار بأن التدريبات التخصصية للسرعة الحركية Movement Speed لا تؤدى بالضرورة إلى زيادة نوع السرعة الانتقالية Sprint إلا أنها سوف تؤدى قطعا إلى زيادة العنصر المستهدف وهو السرعة الحركية.

٣- **الإحماء الجيد**: يؤدى إلى زيادة وتحسين عنصر السرعة.

٤- **المرونة والمطاطية**: كلما أمكن تجهيز العضلات والمفاصل والأربطة بتمرينات للمرونة والمطاطية قبل أداء تدريبات أو سباقات السرعة أمكن من الناحية الميكانيكية زيادة مقدار السرعة الناتجة.

٥- **زيادة طول الخطوة فى العدو أو الجرى** وزيادة طول ذراع الشد فى السباحة تعمل على زيادة عنصر السرعة.

٦- **مرحلتا تزايد السرعة وتثبيت السرعة**: فى مرحلة تزايد السرعة لا يمكن أن يصل العداء إلى أقصى سرعة له قبل ٥-٦ ثوان، وعلى هذا يتطلب الأمر بأن يقطع العداء مسافة لا تقل عن ٣٥- ٥٠ مترا حتى يصل إلى أقصى سرعة له، ثم يلى ذلك المحافظة على هذه السرعة وتثبيتها بقدر الإمكان قبل الوصول إلى التعب، ويؤثر هذان العاملان بدرجة كبيرة على مقدار السرعة المنتجة ارتباطا بالمسافة المطلوبة للسباق.

ثالثا: التحمل العضلى: Muscular Endurance

يعرف التحمل العضلى بأنه: قدره العضلة أو المجموعة العضلية على أداء عدة انقباضات عضلية ضد مقاومة معينة لفترة من الوقت، أو المحافظة على الانقباض الأيزومترى لأطول فترة زمنية ممكنة.

ويعتبر التحمل العضلى من المكونات الأساسية للياقة البدنية حيث يرتبط بجميع أنواع الأنشطة الرياضية ويميز العضلات بقدرتها على الأداء لأطول فترة ممكنة فى مواجهة الشعور بالتعب الموضعى الناتج عن تكرار الانقباضات العضلية القوية، ووفقا لحجم تكرار الانقباضات العضلية ودرجة القوة المستخدمة (الشدة Intensity) يقسم العلماء التحمل العضلى إلى أنواع ثلاثة هى: التحمل العضلى القصير Short Term Endurance - التحمل العضلى المتوسط Intermediate Endurance والتحمل العضلى الطويل Long Term Endurance.

www.hollanduniversity.org

تأثيرات التدريب الرياضى على اللياقة العضلية العصبية:

بناء على ما تم تناوله من مفهوم اللياقة العضلية العصبية ومكوناتها الأساسية، يمكن تلخيص تأثيرات التدريب الرياضى على هذا النوع من اللياقة فى النقاط التى يعرضها الشكل التالى:

شكل (١٠)

تلخيص تأثيرات التدريب الرياضى على اللياقة العضلية العصبية

www.hollanduniversity.org

ونظرا لأهميـة اللياقـة العضلية العـصبيـة للأداء فى مختلـف الأنشطة والألعاب الرياضية؛ لذا فإننا سوف نتناول التأثيرات السابق عرضها بنوع من التحليل والتوضيح.

أ - **تنمـية القـوة العضليـة** Muscular Strength: يؤدى التدريب الرياضى إلى زيادة القوة الـعضلية للاعـب كنتيجـة لتأثيـر تدريبات المقـاومة - وخـاصة

شكل (١١)

لاعبو بناء الأجسام Body builders **والتضخم العضلى الناتج عن تأثير نوعية التدريب على المكونات التركيبية للعضلة (المقطع العرضى)**

www.hollanduniversity.org

المقاومات الكبيرة التى تتطلب القوة القصوى أو الأقل من القصوى - وتأثير ذلك على زيادة عدد وحجم اللويفات العضلية Myofibrils واتساع المقطع الفسيولوچى (الوظيفى) للعضلة، وهذا ما يميز تدريبات لاعبى رفع الأثقال Weight Lifters.

ب - **تنمية وتحسين السرعة** Speed: التدريب الرياضى يعمل على تنمية وتحسين عنصر السرعة بأنواعها المختلفة من خلال تأثير تدريبات السرعة على تطوير كفاءة المسارات العصبية العضلية التى تحسن معدل التردد الحركى لأجزاء الجسم.

جـ - **زيادة حجم الهيكل العضلى (تضخم العضلة)** Hypertrophy: التدريب الرياضى المنتظم يؤدى إلى زيادة حجم الهيكل العضلى بالجسم (حجم عضلات الجسم) كنتيجة لتأثير استخدام تدريبات القوة العضلية، وما ينتج عن ذلك الاستخدام من زيادة حجم العضلة على حساب زيادة مخزون مواد الطاقة بها مثل الجليكوجين وفوسفات الكرياتين بالإضافة إلى زيادة حجم الميوجلوبين والأنسجة الضامة بالعضلة، وارتفاع كثافة الشعيرات الدموية فيزداد حجم الساركوبلازم Sarcoplasm وهو السائل الذى يملأ فراغ الألياف العضلية من الداخل فيزداد المقطع العرضى للعضلة (حجم العضلة ككل) وهذا ما يميز تدريبات لاعبى بناء الأجسام Body Builders.

د - **تنمية القدرة العضلية** Muscular Power: يؤدى التدريب الرياضى إلى الارتقاء بعنصر القدرة العضلية للجسم وهى عبارة عن محصلة: القوة العضلية _ السرعة، أى مقدار إنتاج أقصى قوة عضلية ممكنة فى أقل زمن.

هـ - **تفعيل نشاط الوحدات الحركية** Motor Units: التدريب الرياضى يؤدى إلى تفعيل نشاط الوحدات الحركية ومشاركة أكبر عدد ممكن من تلك الوحدات فى أداء الانقباضات العضلية - خاصة تلك التى تحتاج إلى درجة كبيرة من القوة، كما أن التدريب الرياضى المنتظم يؤدى إلى تحسين تزامن عمل الوحدات الحركية بمعنى استجابتها للعمل فى توقيت موحد بقدر الإمكان، مما يؤدى إلى زيادة إنتاج القوة العضلية.

www.hollanduniversity.org

و - **تنمية التوافق العضلى العصبى** Coordination: يؤدى التدريب الرياضى إلى زيادة عمليات التوافق والتآزر العصبى العضلى الذى يمكن الرياضى من أداء الحركات التى تتميز باستخدام أكثر من جزء من أجزاء الجسم فى وقت واحد بدرجة عالية من المهارة والجودة مع الاقتصاد فى الطاقة المبذولة من خلال توجيه وتنسيق استخدام المجموعات العضلية التى تستلزمها بالتحديد طبيعة المهارة أو الجهد المطلوب، كما أن التدريب الرياضى المنتظم يعمل على تنظيم العمليات العصبية التبادلية التى تتراوح بين الاستثارة Stimulation والكف أو المنع العصبى Inhabitation.

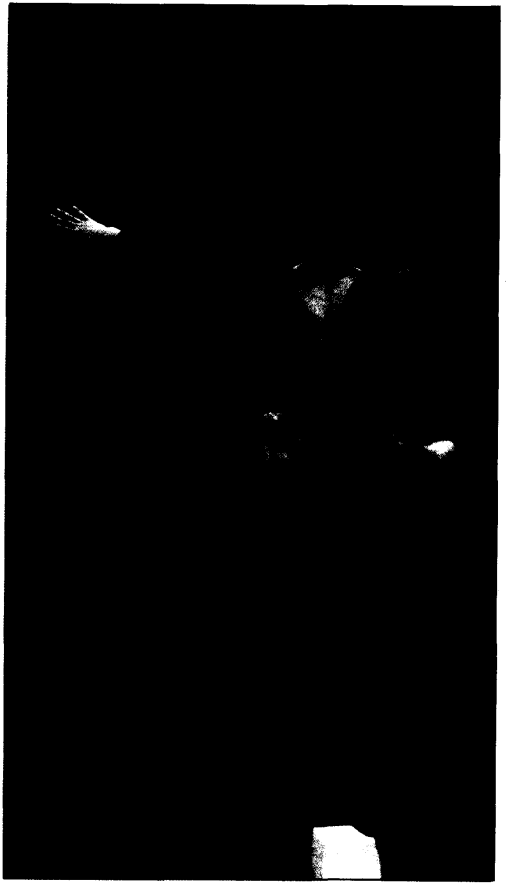
ز - **تنمية التحمل العضلى** Muscular Endurance: تؤدى ممارسة التدريب الرياضى إلى تنمية وتحسين قدرة العضلة على مواجهة التعب الناتج عن الأداء المتكرر للانقباضات العضلية التى تتميز بدرجة معينة من القوة، وهذا ما يعبر عنه باكتساب اللاعب عنصر التحمل العضلى، ويرتبط بذلك أيضا اكتساب اللاعب القدرة على تحمل الألم الناتج عن تكرار الانقباضات القوية وتحمل تركيز حامض اللاكتيك بالعضلات والدم.

ح - **تحسين مطاطية العضلة** Muscle Stretch: يؤدى التدريب الرياضى إلى تحسين مطاطية العضلات والأربطة والأنسجة الضامة المحيطة بمفاصل الجسم، مما يعمل على تحسين مرونة المفاصل وزيادة المدى الحركى لها.

ط - **زيادة نشاط الهرمونات** Hormones: يعمل التدريب الرياضى على زيادة نشاط الهرمونات وخاصة هرمون النمو Growth Hormone الذى يؤدى إلى تحسين العمليات البنائية لنمو الأنسجة العضلية بالجسم، ويعبر ذلك التأثير عن الدور الإيجابى لتأثير ممارسة الرياضة على زيادة وتحسين عمليات النمو بالنسبة للأطفال، كما يسهم التدريب الرياضى فى تحسين عمل الأنزيمات وخاصة الأنزيمات التى تساعد على تخزين وإطلاق الطاقة بالعضلة.

ى - **تحسين اتزان الجسم** Body Balance: تلعب تأثيرات التدريب الرياضى فى تنمية القوة العضلية دورا كبيرا فى تحسين السيطرة على اتزان الجسم، حيث أثبتت الدراسات العلمية أن قوة عضلات الظهر والرجلين وخاصة العضلة التوأمية (بطة الساق) Calve's muscal تسهم فى حفظ اتزان الجسم، ويظهر

www.hollanduniversity.org



شكل (١٢)

يؤثر التدريب الرياضى فى تطوير لياقة الجهاز العصبى العضلى لتصل إلى أعلى مستوياتها لدى لاعبى ولاعبات الجمباز متمثلة فى بعض العناصر مثل التوافق العضلى العصبى والقدرة العضلية والاتزان الحركى

www.hollanduniversity.org

تأثير ذلك بشكل كبير مع تقدم الأفراد فى العمر ومقارنة الرياضيين بغير الرياضيين، هذا فضلا عن دور الأجهزة والأعضاء الأخرى المسئولة عن وظائف اتزان الجسم.

ك - **تقصير فترة كمون العضلة** Latent period: يؤثر التدريب الرياضى المنتظم على تقصير فترة الكمون أو الخمول وهى الفترة التى تنقضى بين بداية التنبيه العصبى وبداية انقباض العضلة وهذا ما يعبر عن نماء عنصر سرعة رد الفعل لدى اللاعب Speed of reaction time.

ل - **تحسين عمليات الأكسدة وتقليل عجز الأكسجين**: يؤدى التدريب الرياضى إلى تحسين عمليات الأكسدة بالعضلة نتيجة لتزايد حجم الميوجلوبين Myo-globin بها وما يرتبط بذلك من امتصاص العضلة لقدر أكبر من الأكسجين، فضلا عن زيادة كثافة الشعيرات الدموية فى العضلات المدربة، الأمر الذى ينتج عنه تقليل عجز الأكسجين Oxygen Defect الذى يتعرض له اللاعب أثناء الأداء وخاصة فى التدريبات التى تحتاج إلى سرعة وقوة فى أداء الانقباضات العضلية مع الاستمرار فى ذلك لفترة زمنية طويلة نسبيا.

اختبارات اللياقة العضلية العصبية

Neuromuscular Fitness Tests

يمكن اختبار وقياس اللياقة العضلية العصبية للفرد بواسطة عدة طرق، منها ما هو معملى دقيق يحتاج إلى إجراءات معقدة، ومنها الاختبارات البسيطة سهلة التطبيق ميدانيا، وعموما فإن أهم الاختبارات التى تستخدم فى هذا المجال ما يلى:

١- اختبار عينة النسيج العضلى Muscle Biopsy Test.

٢- اختبارات قوة الانقباض العضلى (اختبارات القوة العضلية Muscular Strength Tests).

٣- اختبارات السرعة القصوى ومعدل التردد الحركى Maximum Speed Tests.

www.hollanduniversity.org

٤- استخدام رسم العضلات الكهربائى ECG.

٥- اختبارات زمن رد الفعل والحركة Reaction-Movement Time.

٦- اختبارات القدرة العضلية Muscular Power Tests.

وفيما يلى نعرض بعضا من هذه الطرق:

أولا: اختبار عينة النسيج العضلى: Muscular Biopsy Test

يعتمد هذا الاختبار على أخذ عينة مباشرة من النسيج العضلى لجسم اللاعب للقيام بتحليلها معمليا، وحتى وقت قريب كان استخدام هذه الطريقة فى دراسة تكوين النسيج مقتصرا على حيوانات التجارب ولم تتطرق الدراسة إلى جسم الإنسان، إلا أنه فى الآونة الأخيرة ومع التقدم التكنولوجى وحاجة البحث العلمى إلى التعرف على مزيد من المعلومات التى تخص الإنسان، استخدمت هذه الطريقة وبشكل خاص فى مجال دراسة نوعية الألياف العضلية التى يتميز بها لاعبوا رياضات معينة، أو للتعرف على تأثيرات التدريب على هذه المكونات، وتستخدم فى هذه الطريقة إبرة جراحية خاصة، حيث تؤخذ العينة - غالبا - من العضلات الهيكلية التى تتميز باحتوائها على عدد أقل من الأوعية الدموية كبيرة الحجم وكذلك عدد أقل من الأعصاب، كالعضلة التوأمية للساق Calve Muscle أو العضلة الدالية للكتف Deltoid Muscle أو العضلة المتسعة الفخذية Vastus Femoris، وبعد أخذ العينة من العضلة بواسطة الإبرة الخاصة بذلك يتم تبريدها سريعا، ثم تجزأ العينة إلى شرائح رفيعة يتم تلوينها حتى تختبر مجهريا للكشف عن نوعية الألياف العضلية وحجمها وتقدير تكويناتها من مواد الطاقة الفوسفاتية والجليكوجينية وكذا بعض خصائص نشاط الإنزيمات بها، انظر شكل (١٣).

وتظهر الألياف العضلية البيضاء باللون الفاتح (الباهت) كما تظهر الألياف العضلية الحمراء باللون الداكن كما هو موضح بالصورة المجهرية للشكل (١٤).

www.hollanduniversity.org

ثانيا: اختبارات قوة الانقباض العضلى (اختبارات القوة العضلية):

يستخدم عادة جهاز «الديناموميتر» Dynamometer فى قياس القوة العضلية، وهناك عدة أشكال لهذا الجهاز يختلف تصميم كل منها تبعا لطبيعة استخدامه لقياس قوة عضلات معينة بالجسم، وفيما يلى عرض لبعض طرق قياس القوة العضلية:

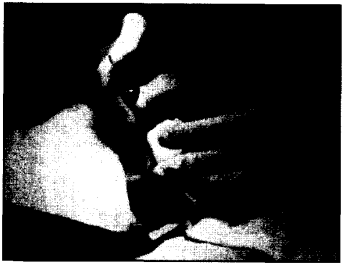
١- قياس قوة القبضة (Hand Grip Strength):

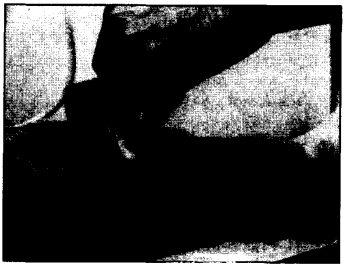
يستخدم هذا الاختبار على نطاق واسع فى مجال الاختبارات الفسيولوجية والبدنية، حيث يرى بعض العلماء بأنه يعد مؤشرا لحالة الجسم عامة، ويستخدم لقياس قوة القبضة جهاز ديناموميتر القبضة Hand Grip Dynamometer شكل (١٥) بحيث يمسك المختبر الجهاز فى راحة اليد ويتم القبض بالأصابع على مقبض الجهاز، وفى أثناء ذلك يمكن التحكم فى تقريب أو تبعيد مقبض الجهاز حسب حجم القبضة وطول أصابع اليد للشخص المختبر (هذه الخاصية متوافرة حاليا بالأجهزة الموجودة بالأسواق وتساعد فى تفادى تأثير اختلافات طول الكف والأصابع وحجم قبضة اليد لدى الأفراد المختبرين على نتائج قياساتهم لقوة القبضة) بعض هذه الأجهزة يعمل بنظام المؤشر Indicator والبعض الآخر يعمل بالنظام الرقمى Digital.

- وفى طرق القياس يطلب من المختبر أن يمد ذراع اليد بعيدا عن الجسم، وألا يحاول سند المرفق على الجذع أو يحاول المساعدة بأى شكل، ثم يقوم بالضغط على مقبض الجهاز (عصر المقبض) بأقصى قوة ممكنة لتؤخذ قراءة مؤشر الجهاز وهى تعبر مباشرة عن مقدار قوة القبضة.
- يعطى كل مختبر محاولتين وتحتسب له أفضل قراءة.
- يفضل استخدام القياس للقبضة اليمنى والقبضة اليسرى، ثم يحسب إجمالى القوة للقبضتين أو يتم حساب المتوسط لهما، كما يستخدم فى بعض الأحيان قياس قوة القبضة لليد المميزة فى الاستخدام (اليمنى أو اليسرى).
- يمكن الكشف عن مستوى لياقة قوة القبضة بالاستناد إلى بعض المعايير الخاصة بذلك لكل من الذكور والإناث، والجدول (٥) يعرض نموذجا من تلك المعايير التى تلائم المرحلة السنية ١٨-٣٠ سنة.

www.hollanduniversity.org

(جـ)





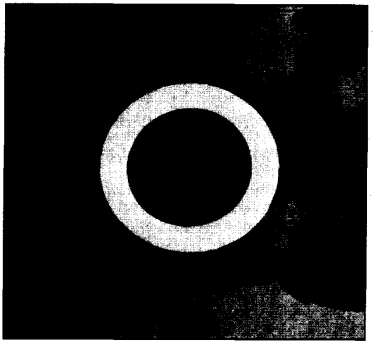
(ب)

شكل (١٣)

صورة توضيحية لطريقة أخذ عينة النسيج العضلى من عضلة خلف الساق gostrocnemius الشكل (أ) ومن العضلة المتسعة الفخذية Vastus Femoris الشكل (ب) بينما يوضح الشكل (جـ) طريقة تبريد عينة النسيج العضلى بواسطة النتروچين السائل Liquid nitrogen

نقلا عن: ١ ـ «نوبل» Noble, 1986, p15.

٢ ـ «ويلمور» Wilmore, 1982, p11.

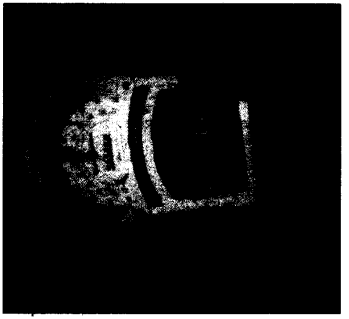


شكل (١٤)

صورة مجهرية لأنواع الألياف البيضاء والحمراء كما تظهر بعد تحليل عينة النسيج العضلى

نقلا عن «ويلمور» Wilmore, 1982, p11.

www.hollanduniversity.org



شكـــل (١٥)

قياس قوة القبضة باستخدام جهاز ديناموميتر القبضة

جدول (٥)

معايير قوة القبضة للذكور والإناث ١٨ - ٣٠ سنة

التقـــدير	القبضة اليمنى (كجم)		القبضة اليسرى (كجم)	
	ذكور	إناث	ذكور	إناث
ممتاز	أكبر من ٧٠	أكبر من ٤١	أكبر من ٦٨	أقل من ٣٧
جيد	٦٢ - ٦٩	٣٨ - ٤٠	٥٦ - ٦٧	٣٤ - ٣٦
متوسط	٤٨ - ٦١	٢٥ - ٣٧	٤٣ - ٥٥	٢٢ - ٣٣
ضعيف	٤١ - ٤٧	٢٢ - ٢٤	٣٩ - ٤٢	١٨ - ٢١
ضعيف جدا	أقل من ٤١	أقل من ٢٢	أقل من ٣٩	أقل من ١٨

عن: «روبيرجز، وروبرتس» Robergs and Roberts, 2000 p. 279

www.hollanduniversity.org

٢ - استخدام اختبار قوة القبضة فى قياس التحمل العضلى

(Muscular Endurance):

يمكن قياس التحمل العضلى بواسطة قياس قوة القبضة، ذلك على أساس أن اختبار قدرة الشخص على الاحتفاظ بمستوى معين للقوة العضلية لأطول فترة زمنية ممكنة يكون معبرا عن درجة التحمل العضلى الثابت، ويتم ذلك الاختبار بعد تحديد مقدار القوة القصوى لقبضة المختبر ثم تحديد نسبة معينة من هذا المقدار ٥٠ ٪ أو ٧٥٪ (فى الغالب) ويطلب من المختبر أن يمسك بمقبض الجهاز ويضغط عليه حتى يصل المؤشر إلى الرقم المستهدف، يطلب من المختبر الاحتفاظ بهذا المستوى من القوة ويحسب له زمن الاستمرار فى ذلك، حيث يوقف زمن الاختبار عند انخفاض مؤشر القوة عن الرقم المحدد سلفا للمختبر.

٣ - اختبار قوة عضلات الظهر (Back Strength):

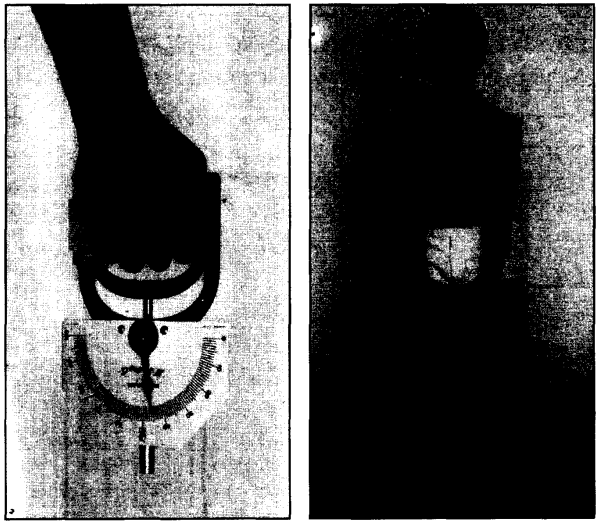
يتم قياس قوة عضلات الظهر باستخدام جهاز ديناموميتر الظهر والرجلين - Back Leg Dynamometer شكل (١٦) ولأداء الاختبار يقف المختبر على قاعدة الجهاز بحيث يكون الديناموميتر بين قدميه، ويتم تعديل طول سلسلة الجهاز حسب طول كل شخص بحيث تكون الرجلان على كامل امتدادهما دون أى انثناء فيهما، ويميل المختبر بجذعه قليلا للأمام بواسطة ثنى مفصل الحوض بحيث يصنع الجذع مع الخط الرأسى(العمودى) للجسم زاوية مقدارها ٣٠ درجة.

- يقبض المختبر على مقبض الجهاز ثم يقوم بالشد لأعلى بأقصى قوة باستخدام عضلات الظهر فى رفع الجذع، ثم تؤخذ قراءة الجهاز.
- يعطى كل مختبر محاولتين وتسجل له أفضل قراءة.

٤ - قياس قوة عضلات الرجلين (Leg strength):

يتم قياس قوة عضلات الرجلين باستخدام نفس الجهاز المستخدم فى قياس قوة عضلات الظهر وبنفس طريقة الأداء، إلا أنه يتم تقصير سلسلة الجهاز بحيث تصبح رجلا المختبر مثنيتين عند الركبتين ويكون الجذع معتدلا، ثم يتم شد مقبض الجهاز لأعلى بأقصى قوة بواسطة مد الركبتين، وتسجل النتائج بالكيفية السابقة.

www.hollanduniversity.org



شكل (١٦)

قياس قوة عضلات الرجلين والظهر وقياس قوة القبضة

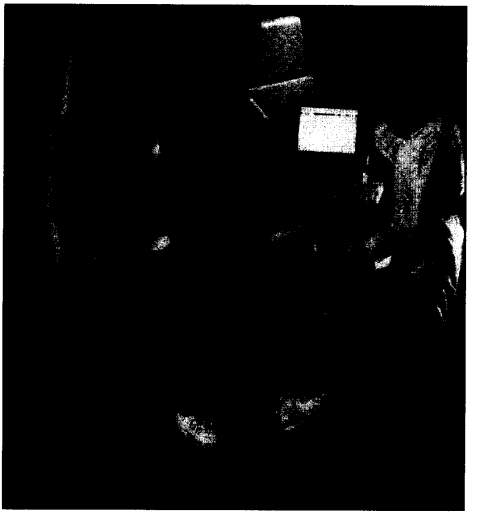
٥ - اختبار القوة العضلية بطريقة «البولى ديناموترى» Poly dynamometry

تشير كلمة Poly فى اللغة اليونانية إلى معنى «متعدد»، ولذا فإن هذه الطريقة تعنى القياس المتعدد لمقدار القوة فى أكبر عدد من المجموعات العضلية بالجسم بدلا من الاقتصار على قياسات محددة بطريقة الديناموميترى السابق شرحها، واستخدام طريقة البولى ـ ديناموترى فى المجال الرياضى يعد ذا أهمية كبيرة للتعرف على مستوى القوة بشكل عام أو مستوى القوة لمجموعات عضلية تختص بممارسة نوع معين من الرياضة مع محاولة عزل مشاركة العضلات الأخرى غير المقصودة بالقياس قدر المستطاع.

وفى طريقة البولى ديناموترى يتخذ المختبر أوضاعا معينة على منضدة خاصة بالقياس يمكن بواسطتها تثبيت الجسم فى هذه الأوضاع بواسطة أحزمة للتثبيت، كما

www.hollanduniversity.org

يستخدم فى ذلك جهاز ديناموميتر يتصل به كيبل شد Tensiometer ويجب أن تتوافر لعملية القياس مجموعة من أربطة اليد والساق لأغراض التثبيت، كما أنه يمكن استخدام عقل الحائط وبعض الخطاطيف الخاصة بذلك، ويمكن قياس القوة العضلية للانقباض العضلى الأيزوكينتيك Isokynatic أو المماثل للحركة بواسطة بعض الأجهزة الحديثة مثل جهاز Cybex انظر شكل (١٧).



شكل (١٧)

قياس القوة العضلية للانقباض العضلى المماثل للحركة Isokynatic بواسطة جهاز Cybex

عن: «سافرت، وود» Safrit & Wood, 1995

وكما ذكرنا سلفا فإنه يراعى فى كل قياس تثبيت المختبر بطريقة يتم فيها فصل عمل المجموعات العضلية الأخرى غير المقصودة بالقياس - قدر الإمكان - وتؤخذ للمختبر ثلاثة قياسات فى كل اختبار ويسجل له أفضل قياس فيها، وينبغى أن يتم للمختبر أخذ فترات راحة بينية للقياسات تكون فى حدود ٢-٣ دقائق بين كل محاولة وأخرى.

www.hollanduniversity.org

القوة الكلية والقوة النسبية Total and Comparative Strength

يعبر قياس القـوة العضلية عن مستوى القوة الخاصة ببعض المجـموعات العضلية للجسم كقوة مجـموعة عضلات الرجلين أو الظهر. . . كما قد يعبـر القياس عن مقدار القوة العـضلية للجسم ككل عند اخـتبار القـوة لأكبر عدد من المجـموعات العـضلية، وترتبط القوة العضليـة بكل من وزن الجسم ومساحة المقطع الفسـيولوچى للعضلة؛ ولذا فإنه عند مقارنـة مستويات القوة العضلية للاعـبين يفضل حساب القوة العـضلية المقابلة لكل كيلوجـرام من وزن الجسم، ويتم ذلك بواسطة تقسيم ناتج القـوة الكلية على وزن الجسم، ويكون ناتج القسمة مقدرا بوحدات (كجم/ كجم) أى. . . كيلوجرام قوة عضلية لكل كيلوجرام من وزن الجسم، كما تستخدم القياسات بوحدة الرطل أو ما يعادل ذلك، ولتوضيح ذلك نطرح المثال التالى:

مثال:

إذا تساوى ناتج قياس القوة العضلية لدى اثنين من اللاعبين سجلا فى اختبار قوة عضلات الرجلين ٢٢٠ كيلوجراما، فكيف يمكن التعـرف على أكثر اللاعبين كفاءة فى هذا العنصر (القـوة العضلية للرجلين) إذا عـلمت بأن وزن اللاعب الأول هو ٦٥ كجم ووزن اللاعب الثانى هو ٥٥ كجم.

الإجابة:

القوة النسبية للرجلين (اللاعب الأول) = ٢٢٠ ÷ ٦٥ = ٣,٤ كجم/ كجم

القوة النسبية للرجلين (اللاعب الثانى) = ٢٢٠ ÷ ٥٥ = ٤,٠ كجم/ كجم

ووفقا لتلك النتيجة تكون كفـاءة عنصر القوة العضلية للاعب الـثانى أعلى منها لدى اللاعب الأول، حـيث إن كل كيلوجـرام واحد من وزن جسم اللاعـب فى الحالة الثانية يستطيع أن ينتج قوة بمقدار ٤ كجم، فى حين يكون مقدار القوة للاعب الأول هو ٣,٤ كجم لكل كيلوجرام من وزن جسمه.

وبالنسبة لمساحة المقطع الفسيولوچى للعـضلة فإن هذا المقطع يمثل مجموع مقاطع كل ألياف العضلة الواحـدة، وهو يزداد نتيجة للتدريب الرياضى، ويتـراوح مقدار القوة العضلية للسنتيمتر المربع فى العضلة فى مستواه المثالى ما بين ٤-٨ كيلوجرامات.

www.hollanduniversity.org

تقييم مستويات القوة العضلية: Evaluation of Muscular Strength

يمكن تقييم مستوى القوة الكلية للاعب بطريقة أقرب ما تكون للتعبير عن ذلك بواسطة استخدام مجموع قياسات القوة لعضلات: الظهر - الرجلين- قوة القبضة اليمنى ـ قوة قبض اليسرى، كما يمكن حساب القوة النسبية كذلك من خلال تقسيم ناتج جمع أرقام تلك القياسات على وزن الجسم كما ذكرنا.

ولقد توصل «هيوارد» Heyward , 1984 إلى تصنيف مستويات اللياقة فى عنصر القوة العضلية: الكلية والنسبية للرياضيين وفق ما هو موضح بجدول (٦).

جدول (٦)

تصنيف مستويات القوة العضلية الكلية والنسبية للرياضيين

التقدير	القبضة اليسرى	القبضة اليمنى	الظهر	الرجلين	القوة الكلية	القوة النسبية
ممتاز	أكبر من ٦٨	أكبر من ٧٠	أكبر من ٢٠٩	أكبر من ٢٤١	أكبر من ٥٨٧	أكبر من ٧,٥٠
جيد	٦٥ - ٦٧	٦٢ - ٦٩	١٧٧ - ٢٠٨	٢١٤ - ٢٤٠	٥٠٨ - ٥٨٦	٧,١٠ - ٧,٤٩
متوسط	٤٣ - ٦٤	٤٨ - ٦١	١٢٦ - ١٧٦	١٦٠ - ٢١٣	٣٧٥ - ٥٠٧	٥,٢١ - ٧,٠٩
ضعيف	٣٩ - ٤٢	٤١ - ٤٧	٩١ - ١٢٥	١٣٧ - ١٥٩	٣٠٧ - ٣٧٤	٤,٨١ - ٥,٢٠
ضعيف جدا	أقل من ٣٩	أقل من ٤١	أقل من ٩١	أقل من ١٣٧	أقل من ٣٠٧	أقل من ٤,٨١

نقلا عن هيوارد: Heyward ,1998

ثالثا: اختبارات معدل التردد الحركى:

تستخدم اختبارات معدل التردد الحركى للإشارة إلى مدى سلامة ولياقة الجهاز العصبى - الحركى فى أداء الواجبات الحركية المطلوبة من الفرد، كما أنها تعد مؤشرا للياقة اللاعب التدريبية والعصبية والنفسية على حد سواء، ويفيد استخدام تلك الاختبارات فى التعرف على لياقة اللاعبين فى الرياضات التى تتميز بالسرعة والرشاقة

www.hollanduniversity.org

والدقة، ويمكن تسجيل النتائج من خلال استخدام بعض الأجهزة أو بواسطة التسجيل اليدوى، وفيما يلى شرح لبعض هذه الاختبارات:

١ - اختبار معدل التردد الحركى باستخدام جهاز البيدوميتر Pedometer

يعتبر جهاز البيدوميتر أحد أجهزة قياس الخطو - المترى Step - meter التى تشتمل على عداد أقرب ما يكون إلى ساعة الإيقاف Stop watch، إلا أن مؤشر الجهاز يتحرك تبعا للحركات البندولية لذراع أو رجل المختبر، حيث يستخدم الجهاز عن طريق وضعه فى اليد لحساب سرعة التردد للأطراف العليا ـ الذراع واليد ـ عند حساب عدد اللكمات مثلا خلال زمن محدد بالنسبة للملاكمين، كما يستخدم الجهاز فى حساب معدل التردد الحركى للرجلين فى الجرى بواسطة تسجيل عدد خطوات الجرى، وفى هذه الحالة يثبت الجهاز فى منطقة الجذع أعلى عظم الحوض عند قيام اللاعب بالجرى، ويلاحظ وجود فروق كبيرة بين الرياضيين وغير الرياضيين فى معدل التردد الحركى، حيث يكون بالنسبة للرياضيين بمتوسط يتراوح بين ٦٠-٦٥ تردد لكل ١٠ ثوان، وجهاز البيدوميتر الموضح بالشكل (١٨ : أ، ب) يعد من الأجهزة الحديثة التى تستخدم لهذا الغرض فى الوقت الحالى، ويوجد منه طرازان أحدهما (أ) يعمل بنظام المؤشر Indica-tor والآخر (ب) يعمل بالنظام الإلكترونى Electronic، أو الرقمى Digital.

٢ - اختبار النقر على المربعات الورقية:

يستخدم هذا الاختبار لقياس سرعة التردد الحركى للطرف العلوى، وهو من الاختبارات البسيطة التى لا تحتاج إلى أجهزة، حيث تتحدد لياقة اللاعب من خلال عدد النقاط التى يمكن له وضعها بالقلم على ورقة بيضاء مساحتها ٢٠ × ٢٠سم مقسمة إلى أربعة مربعات متساوية، ويجلس المختبر على مقعد ممسكا بالقلم الرصاص فى يده وأمامه منضدة توضع عليها لوحة المربعات، عند سماع الإشارة لبدء الاختبار يقوم المختبر بالنقر داخل المربع الأول لأكبر عدد من النقاط، ثم ينتقل مباشرة للمربعات: الثانى، ثم الثالث، ثم الرابع، ولكل مربع زمن مماثل (١٠ ثوان) ويكون الزمن الكلى لأداء الاختبار ٤٠ ثانية متواصلة ينتقل عبرها المختبر من مربع إلى آخر دون توقف مستعينا بسماع إشارة الأخصائى.

www.hollanduniversity.org

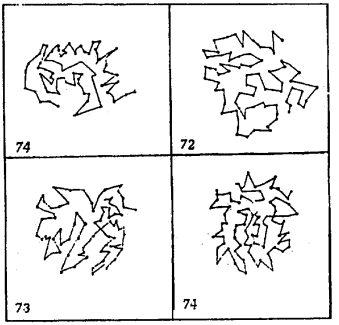
شكل (١٨ - أ)
جهاز بيدوميتر Pedometer لقياس معدل التردد الحركى، ويعمل بنظام المؤشر

شكل (١٨ - ب)
جهاز بيدوميتر Pedometer لقياس معدل التردد الحركى، ويعمل بالنظام الإلكترونى

حساب النتائج:

عند انتهاء زمن الاختبار يتم حساب عدد النقاط التى أمكن للفرد تسجيلها عن طريق رسم خطوط بالقلم الرصاص بين كل نقطة وأخرى دون رفع القلم عن الورقة، ويتم العد المتتالى بين النقاط، ثم يسجل إجمالى عدد النقاط لكل مربع فى أحد أركانه، وتشير النتائج إلى سلامة الجهاز العصبى وحيوية الفرد ونشاطه كلما تم له تسجيل أكبر عدد من النقاط خلال فترة الـ ١٠ ثوان الأولى (المربع الأول) وفى المربعات التالية قد يحافظ الفرد على نفس المعدل تقريبا، وقد ينخفض أو يزيد انظر شكل (١٩).

www.hollanduniversity.org



شكل (١٩)

اختبار النقر بالقلم على المربعات الورقية لقياس معدل التردد الحركى للطرف العلوى للجسم (الذراعين واليدين)

تقييم نتائج الاختبار وتفسيرها:

لتقييم نتائج أداء الأفراد على هذا الاختبار، تجدر الإشارة إلى أن مستوى الرياضيين المدربين يكون بمتوسط مقداره ٧٠ نقطة فى المربع الأول، وإذا انخفض المعدل فى المربعات التالية فإن ذلك يدل على عدم كفاية الثبات الفسيولوچى للاعب، أى أن هذا اللاعب يتميز باللياقة العصبية التى تمكنه من إنجاز معدل تردد حركى عال خلال فترة زمنية قصيرة لكنه يفتقر إلى الاحتفاظ بهذا المعدل مع مرور الوقت، بينما يشير تدرج الزيادة فى عدد النقاط عبر المربعات التالية إلى الدلالة على عدم كفاية وظائف المجال الحركى، أى أن اللاعب يفتقر إلى اللياقة التى تمكنه من سرعة تحويل النشاط العصبى إلى واجبات حركية (سرعة تردد الحركة) عند بداية العمل لكنه مع مرور الوقت يتمكن من ذلك ويصل إلى مستوى متقدم.

www.hollanduniversity.org

الفصل الرابع

نظريات وتطبيقات
اللياقة اللاهوائية واختباراتها

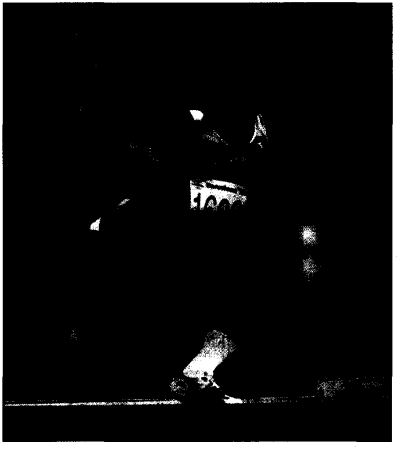
Neuromuscular Fitness and Tests

www.hollanduniversity.org

اللياقة اللاهوائية: Anaerobic Fitness

فى مجال فسيولوچيا الجهد البدنى والرياضة تعنى كلمة «لاهوائى» Anaerobic: العمل العضلى الذى لا يعتمد على الأكسچين فى إنتاج الطاقة، وتنقسم الأنشطة الرياضية التى ترتبط بالعمل العضلى اللاهوائى إلى قسمين أساسيين، يتمثل أحدهما فى الأنشطة الديناميكية (المتحركة) مثل سباقات السرعة فى العدو والسباحة والدراجات وكذلك مهارات ورياضات الوثب والقفز والرمى... بينما يتمثل القسم الثانى فى الأنشطة الإستاتيكية (الثابتة) مثل الثبات فى أوضاع جسمية تستلزم القوة العضلية كرفع الأثقال وأوضاع الجمباز ومسكات المصارعة وغيرها...

ولقد تم الاتفاق على أن هناك نوعين من نظم إنتاج الطاقة اللاهوائية هما نظام إنتاج الطاقة الفوسفاتى ATP-PC وهو النظام الأسرع والمسئول عن إنتاج الطاقة للأنشطة البدنية التى تؤدى بأقصى سرعة ممكنة فى حدود ما لا يزيد عن ٣٠ ثانية، والنظام الثانى هو نظام حامض اللاكتيك Lactic acid system (الجلكزة اللاهوائية) والذى يمتد فيه العمل لفترة زمنية أطول تمتد حتى أقل من دقيقتين، ومن خلال هذا التقسيم وجدت علاقات ارتباطية بين بعض عناصر اللياقة البدنية وهذين النظامين تتضح فيما يلى:



شكل (٢٠)

يتميز لاعبو الرمى بالقدرة العضلية العالية التى تعتمد على النظام اللاهوائى للطاقة

www.hollanduniversity.org

أولا: العناصر البدنية المرتبطة بنظام الطاقة الفوسفاتى (ATP-PC)

وهى تتمثل فى:

١- القوة العظمى (المتحركة-الثابتة) Static& Dynamic Maximum strength

٢- السرعة Speed .

٣- القدرة العضلية Muscular Power وهى محصلة: القوة × السرعة.

ثانيا: العناصر البدنية المرتبطة بنظام طاقة حامض اللاكتيك

(Lactic Acid)

وتشمل:

١- تحمل السرعة Endurance of Speed

٢- تحمل القوة (المتحركة - الثابتة)

Endurance of Strength (Dynamic-Static).

أنواع القدرات اللاهوائية:Anaerobic Abilities Types

تنقسم القدرات اللاهوائية إلى نوعين هما:

١- القدرة اللاهوائية القصوى Maximum Anaerobic Power

وتعنى القدرة على إنتاج أقصى طاقة ممكنة باستخدام النظام اللاهوائى الفوسفاتى فى الأنشطة البدنية التى تؤدى بأقصى سرعة أو قوة وفى أقل زمن ممكن (حتى أقل من ١٠ ثوان).

٢- السعة اللاهوائية Anaerobic capacity

يطلق عليها أحيانا التحمل اللاهوائى Anaerobic endurance وتعرف بأنها: المقدرة على المثابرة فى تكرار انقباضات عضلية عنيفة تعتمد على إنتاج الطاقة بطريقة لاهوائية وتمتد لأكثر من ١٠ ثوان وحتى أقل من دقيقتين.

وفى غضون استخدام نظم العمل اللاهوائى لأداء الجهد البدنى، وبخاصة أنشطة التحمل اللاهوائى التى تستلزم قدرات السعة اللاهوائية يتشكل نوع من الضغط Stress

www.hollanduniversity.org

على وظائف عمل أجهزة الجسم: العضلى العصبى والدورى التنفسى، نتيجة العمل فى ظروف نقص الأكسجين اللازم للاستمرار فى أداء هذا الجهد، ومن ثم يتعرض الجسم لظاهرة تعرف بعجز الأكسجين سوف نتناولها فيما يلى بنوع من التوضيح:

عجز الأكسجين: Oxygen Defect

عند ممارسة الرياضات العنيفة تكون متطلبات العضلات من الأكسجين أعلى بكثير من الأكسجين الواصل إليها بواسطة الدم، مما يضطر العضلات إلى الاعتماد - إلى حد كبير - على العمل اللاهوائى للحصول على الطاقة اللازمة، ويطلق على كمية الأكسجين التى يحتاجها الجسم أثناء النشاط البدنى ولا يتمكن من الحصول عليها مصطلح عجز الأكسجين.

أنواع العجز الأكسجينى:

هناك نوعان لعجز الأكسجين هما:

١- **عجز الأكسجين الكلى Total of Oxygen Defect**: أى مقدار عجز الأكسجين طوال فترة الأداء الكامل للجهد المبذول، وقد يصل هذا المقدار إلى ٢٥-٣٠ لترا فى العمل العضلى ذى الشدة العالية (سباق ٨٠٠ متر) مثلا، بينما فى سباقات المارثون حيث يمتد الأداء لفترات طويلة قد يصل المقدار إلى ٤٠٠ - ٤٥٠ لترا.

٢- **عجز الأكسجين فى الدقيقة Oxygen difect per minute**: وهو مقدار عجز الأكسجين اللازم لكل دقيقة من الأداء، ويحدد عجز الأكسجين فى الدقيقة بتقسيم عجز الأكسجين الكلى على الزمن الكامل للأداء بالدقائق. وقد يصل هذا العجز إلى مقدار يتراوح ما بين ٣-٤ لترات/ ق خلال سباقات الجرى ٨٠٠ متر على سبيل المثال.

الدين الأكسجينى The Oxygen Debt

يلاحظ بأن استهلاك الجسم من الأكسجين يظل مرتفعا حتى عقب انتهاء الجهد، ويستمر كذلك لفترة من الزمن تتوقف على شدة الجهد المبذول، ويطلق على كمية الأكسجين التى يستهلكها الجسم خلال فترة الاستشفاء مقارنة بالكمية المستهلكة خلال فترة مماثلة من الراحة مصطلح الدين الأكسجينى، وهناك نوعان للدين الأكسجينى هما:

www.hollanduniversity.org

١- **الدين الأكسجينى بدون اللاكتيك** Alactic Oxygen Debt وهو ذلك الجزء من الدين الأكسجينى الذى يتم خلاله استعادة مصادرة الطاقة الفوسفاتية التى استنفدت فى غضون أداء الجهد البدنى، كما يتم فيه كذلك تعويض أكسجين الميوجلوبين فى العضلات، ويبلغ مقداره ما بين ٢-٤ لترات للذكور غير المدربين ولدى الرياضيين يتراوح بين ٦- ٧ لترات، ويتم هذا الجزء من الدين الأكسجينى خلال أول دقيقتين من انتهاء المجهود.

٢- **الدين الأكسجينى لحامض اللاكتيك (اللاكتيكى)** Lactic Acid Oxygen Debt وفيه يتم التخلص من حامض اللاكتيك المتراكم بالعضلات نتيجة المجهود البدنى، ولذا فإنه يعتبر الحجم الأكبر من الدين الأكسجينى ويختلف فى مقداره تبعا لشدة أداء التدريبات المستخدمة، وتبلغ حدوده القصوى ما بين ٨-١٠ لترات، ويتم هذا الجزء من الدين الأكسجينى خلال فترة زمنية أطول قد تمتد إلى يومين.

اختبارات اللياقة اللاهوائية

Anaerobic Fitness Tests

عندما نقوم بإجراء اختبارات لتحديد مستوى اللياقة اللاهوائية للاعب، فإننا فى الغالب نلجأ إلى استخدام نوعين أساسيين من هذه الاختبارات هما:

١- الاختبارات التى تقيس القدرة اللاهوائية Anaerobic Power

وهى التى تعبر عن كفاءة اللاعب فى أداء الجهد البدنى الأقصى فى أقل زمن ممكن اعتمادا على نظام الطاقة الفوسفاتى، وفى حدود زمن ١٠ ثوان أو أقل، ويطلق على تلك الكفاءة أيضا مصطلح القدرة اللاهوائية القصوى Maximum Anaerobic Power.

٢- الاختبارات التى تقيس السعة اللاهوائية Anaerobic Capacity

وهى التى تعبر عن كفاءة اللاعب فى الأداء المستمر للمجهودات العضلية التى تتطلب انقباضات عضلية تتميز بشدتها العالية خلال زمن يزيد عن ١٠ ثوان ويمتد حتى دقيقتين على الأكثر، وهذا ما يطلق عليه مصطلح التحمل اللاهوائى Anaerobic

www.hollanduniversity.org

Endurance والذى يعتمد أساسا على استخدام الطاقة الناتجة عن احتراق الجليكوجين لاهوائيا فيما يعرف بنظام حامض اللاكتيك.

وتتناول بعض المراجع تقسيما آخر للاختبارات التى تقيس اللياقة اللاهوائية على اعتبار أنها تمثل: إمكانية أو استيعاب أو قابلية أو سعة Capacity لأداء المجهودات البدنية باستخدام نظم الطاقة اللاهوائية، وتنقسم هذه الاختبارات وفقا لمقدار الإمكانية أو السعة اللاهوائية إلى ثلاثة مستويات نسبة إلى زمن الاستمرار فى أداء الجهد البدنى المطلوب - لاهوائيا - وهذه الاختبارات هى:

أولا: الاختبارات اللاهوائية القصيرة Short-term Anaerobic Tests

وهى نوعية الاختبارات التى يقوم فيها المختبر بأداء أقصى جهد لاهوائى فى حدود زمن ١٠ ثوان ومن أمثلتها:

١- اختبار «الدين الأكسچينى» Oxygen Debt Test كمقياس للقدرة اللاهوائية القصوى.

٢- اختبار «سارجنت» للوثب العمودى Sargent Vertical Jump Test

٣- اختبار «مارجاريا» لصعود الدرج Margaria Stair Climb Test.

٤- اختبار «مارجاريا - كالامن» لصعود الدرج - Margaria-Kalamen Test

٥- اختبار الـ (١٠ ثوان) لكيوبيك Quebec 10-Second Test.

٦- اختبار القدرة اللاهوائية القصوى باستخدام نوموجرام «لويس» nomogram Lewis. والوثب العمودى لسارجنت Sargent Vertical Jump.

٧- اختبارات العدو Sprint Tests لمسافات: ٤٠، و٥٠، و٦٠ ياردة.

ثانيا: الاختبارات اللاهوائية المتوسطة Intermediate-Term Anaerobic Tests

ومن أهمها ما يلى:

أ - اختبار الثلاثين ثانية لوينجات 30 - Second Wingate Test .

ب- اختبار «دى برون - بريفوست للحمل الثابت De Bruyn - Prevost con-stant load test .

جـ- اختبار القوة القصوى الأيزوكينتيك Maximum Isokinetic Test.

www.hollanduniversity.org

ثالثا: الاختبارات اللاهوائية الطويلة Long - Term Anaerobic Tests

ومن أهمها ما يلى:

١- اختبار الوثب العمودى لمدة ٦٠ ثانية 60 - Second vertical jump tests.

٢- اختبار التسعين ثانية لكيوبيك Quebec 90 - Second Test .

٣- اختبار السير المتحرك لكوننجهام وفولكنر Cunningham and Faulkner Treadmill Test.

٤- اختبار الدراجة الأرجومترية كحد أقصى ١٢٠ ثانية 120 - Second maximum test.

٥- اختبار الخطوة للقدرة اللاهوائية Anaerobic Power Step Test .

والجدير بالذكر أن توجهات العلماء والباحثين فى مختلف دول العالم تسعى بشكل دائم نحو اكتشاف بدائل الاختبارات المعملية فى مجال فسيولوجيا الجهد البدنى والتدريب للاستعانة بها فى التطبيق الميدانى لما تتميز به من قلة التكاليف المادية وخصوصا عند إجراء الفحوصات والاختبارات الدورية على أعداد كبيرة من اللاعبين.

وفيما يلى سوف نتناول نموذجا من اختبارات اللياقة اللاهوائية هو الأكثر استخداما فى المجال التطبيقى، ويعرف باسم اختبار سارجنت للوثب العمودى مع تطبيق طريقة «لويس» لتقدير القدرة اللاهوائية القصوى للفرد.

طريقة استخدام اختبار «سارجنت» Sargent ومعادلة لويس Lewis Equation لتحديد القدرة اللاهوائية القصوى:

تتلخص فكرة هذا الاختبار فى قياس مسافة الوثب العمودى (Vertical jump) واستخدام دلالة وزن الجسم لتحديد المقدرة اللاهوائية القصوى للفرد، وهو من أبسط الاختبارات وأقلها كلفة، وقد أدخل «لويس» Lewis وزن الجسم كتعديل لاختبار سارجنت للوثب العمودى بحيث يمكن تقدير جانب القدرة اللاهوائية القصوى للأفراد مع الأخذ فى الاعتبار اختلافات أوزان أجسامهم.

www.hollanduniversity.org

الأدوات المستخدمة فى الاختبار:

١- لوحة مدرجة بالسنتيمتر طولها متر واحد، تثبت على جدار، ويمكن أن تكون اللوحة متحركة على بكرة بحيث يمكن ضبط نقطة البداية عند علامة الصفر دائما، وفى حال استخدام لوحة ثابتة على الحائط يجب أن تكون فى متناول جميع الأفراد من حيث أطوالهم، كما يراعى أن تثبت بحيث تكون بعيدة عن الحائط بمسافة فى حدود ١٥سم حتى يمكن للاعب أداء حركة الوثب بحرية دون خوف من الاحتكاك بالحائط.

٢- ماليزيا أو طباشير.

إجراءات القياس:

١- يؤخذ قياس الوزن للشخص المختبر .

٢- يقوم المختبر بعمل إحماء كافى قبل أداء الاختبار يمكن خلاله أداء بعض الوثبات العمودية الخفيفة.

٣- يغمس الشخص يده فى مادة الماليزيا أو الطباشير.

٤- يقف المختبر بحيث يكون جانبه (جهة الذراع المستخدم) فى محاذاة لوحة الوثب، ثم يرفع ذراعه جهة اللوحة لأعلى مسافة ممكنة - بدون رفع القدم عن الأرض - ويقوم الأخصائى بتحريك اللوحة لأعلى بواسطة البكرة بحيث يكون تدرج الصفر عند طرف إصبع يد المختبر المرفوعة لأعلى، أو توضع علامة بالإصبع على اللوحة الثابتة.

٥- يقوم المختبر بأرجحة الذراعين مع ثنى الركبتين ثم مدهما والوثب عموديا للمس أعلى ارتفاع يمكن الوصول إليه ووضع علامة ثانية بالإصبع على لوحة الاختبار.

٦- يعطى للمختبر ثلاث محاولات ويسجل له أعلى رقم.

www.hollanduniversity.org

شكل (٢١)

اختبار قدرة الوثب العمودى Vertical Power Jump Test

طريقة حساب النتائج:

من خلال مسافة الوثب العمودى وبدلالة وزن الجسم يمكن حساب القدرة اللاهوائية القصوى للشخص إما بطريقة استخدام المعادلة الخاصة بذلك أو باستخدام طريقة النوموجرام.

وفيما يلى المعادلة الخاصة المعروفة «بمعادلة لويس» Lewis Equation ونصها كالتالى:

www.hollanduniversity.org

القدرة اللاهوائية القصوى = $\sqrt{٤,٩}$ × وزن الجسم (كجم) × $\sqrt{\text{المسافة بالمتر}}$
(كجم/ م/ ث)

Maximum Anaerobic Power =

$$\sqrt{4.9} \times \text{body weight (Kg)} \times \sqrt{\text{distance, (m)}}$$

ولتوضيح طريقة حساب النتائج باستخدام تلك المعادلة نطرح المثال التالى:

مثال:

لاعب وزنه ٧٠ كجم، أجرى اختبار الوثب العمودى لسارجنت فكانت مسافة الوثب ٤٠ سم، احسب مقدار القدرة اللاهوائية القصوى لهذا اللاعب باستخدام طريقة معادلة لويس؟

الإجابة:

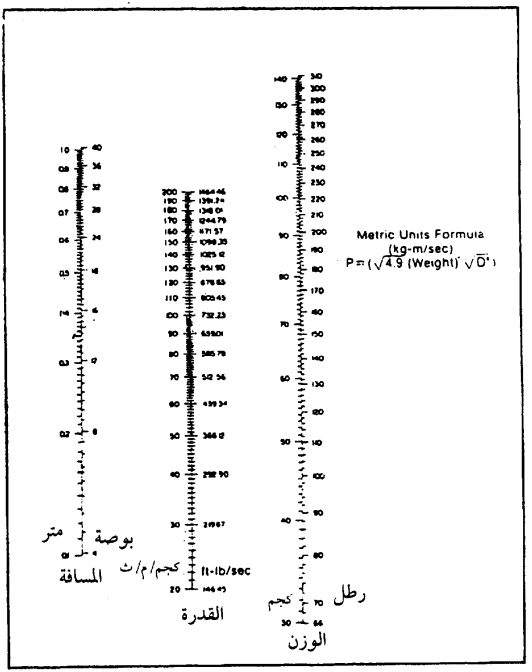
القدرة اللاهوائية القصوى = $\sqrt{٤,٩} \times ٧٠ \times \sqrt{٤٠,٠}$ = ٩٨ كجم/ م/ث

ولقد توصل لويس إلى تصميم مخطط بيانى «نوموجرام» Nomogram (شكل ٢١) يمكن بواسطته حساب القدرة اللاهوائية القصوى مباشرة بدلالة كل من وزن الجسم ومسافة الوثب العمودى فى اختبار سارجنت، ويلاحظ من رسم نوموجرام لويس بأن التدريج الأيمن يمثل وزن الجسم والتدريج الأيسر يمثل مسافة الوثب distance بالمتر meter والبوصة inch وعند التوصيل بمسطرة بين العمودين، يمكن الحصول مباشرة على قيمة القدرة اللاهوائية القصوى بملاحظة التدريج الأوسط للنوموجرام، مقدرة بـ (الكيلوجرام ـ م / ثانية .Kg-m/Sec) أو (الرطل. قدم/ ثانية Ib- Ft /Sec) وذلك حسب أى من المقاييس المستخدمة (مترية أو إنجليزية).

اختبار الدرج لمارجريا - كالامن Margaria Kalamen Stair Climb Test:

صمم هذا الاختبار لقياس القدرة اللاهوائية القصيرة، وهو الشكل المطور لاختبار سابق نشره العالم الإيطالى «مارجريا» وزملاؤه. Margaria et al,1966 وطوره «كالامن» Kalamen فى رسالته للدكتوراه من جامعة أوهايو Ohio بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٦٨م وفق ما أوضحه «ماثيوس وفوكس» Mathews&Fox ,1971

www.hollanduniversity.org



شكل (٢٢)

المخطط البيانى (نوموجرام) لويس Lewis Nomogram لحساب القدرة اللاهوائية بدلالة مسافة الوثب العمودى ووزن الجسم

ويعتمد الاختبار على تخطى مجمـوعة من الدرج المتصاعد فى شكل سلم بأقصى سرعة زمنية، ويصلح الاختـبار للأفراد من الجنسـين ـ رياضيين وغير رياضـيين سن ١٥ـ٥٠ سنة.

www.hollanduniversity.org

الأدوات المطلوبة:

- درج به عدد مناسب من العتبات ارتفاع كل عتبة ١٧,٥ سم، العتبتان رقمى ٣، ٩ تكونان بلون مميز عن بقية عتبات الدرج.
- ساعة إلكترونية خاصة (فى حالة عدم توافرها يمكن استخدام ساعة توقيت عادية).
- ميزان طبى.

طريقة الأداء:

يقف المختبر مواجها الدرج وعلى مسافة ٦ أمتار من بدايته، وعندما تعطى له إشارة البدء ينطلق جريا بأقصى سرعة ممكنة له، محاولا صعود الدرج بتخطى كل ثلاث عتبات فى خطوة واحدة، بحيث تطأ قدمه العتبات أرقام ٣، ٦، ٩ على التوالى، تبدأ الساعة الإلكترونية عملها عندما تصل قدم المختبر إلى العتبة رقم ٣، ويتوقف عمل الساعة عند ملامسة قدم المختبر للعتبة رقم ٩، ويكون زمن قطع تلك المسافة (ست عتبات) من العتبة الثالثة إلى العتبة التاسعة، هو الزمن المسجل للمختبر.

- يلاحظ أن المسافة الرأسية للعتبات الست = ارتفاع العتبة الواحدة (١٧,٥سم) مضروبا فى عدد العتبات (٦) = ١٠٥ سم ، أى ١,٠٥ متر.
- يعطى المختبر محاولتين ويحتسب له أقل زمن.

ملحوظة:

فى الإجراءات الخاصة باختبار «مارجريا» Margria يكون ارتفاع العتبات ٢٠ سم أو أقل ويحتوى الدرج على ١٦ عتبة ـ يقف المختبر على بعد مترين فقط من بداية الدرج، وعند الإشارة ينطلق ليقطع كل عتبتين فى خطوة واحدة، وتحدد المسافة العمودية بين الدرجتين السادسة والثانية عشرة، حيث يتم خلالهما قياس الزمن، بالثوانى ولحساب النتائج تستخدم نفس الطريقة المتبعة فى إجراءات «كالامن».

ولقد أوضح «روبيرجزر وروبرت» Robergs & Roberts, 1997 بأن المسافة العمودية للاختبار والتى لن تتجاوز ١,٧٥ متر حُددت على أساس أن قطعها لن يتجاوز زمن ثانية واحدة كقياس للقدرة Power.

www.hollanduniversity.org

طريقة حساب النتائج:

يتم حساب النتائج وفق المعادلة التالية:

$$\text{القدرة اللاهوائية القصوى} = \frac{\text{وزن الجسم (كجم)} \times \text{سرعة الجاذبية الأرضية} \times \text{المسافة الرأسية بالمتر}}{\text{الزمن بالثوانى}}$$

ويكون الناتج = (وات/ كجم .W/Kg) أو (كجم. متر / ثانية)

وحيث إن سرعة الجاذبية الأرضية = ٩,٨١ م/ث^{٢}

لذا تكون المعادلة هى:

$$\text{القدرة اللاهوائية القصوى} = \frac{\text{وزن الجسم (كجم)} \times ٩,٨١ \times \text{المسافة الرأسية بالمتر}}{\text{الزمن بالثوانى}}$$

شكل (٢٣)

بعض طالبات تخصص التربية الرياضية أثناء تطبيقهن لاختبار «مارجريا - كالامن»

Margaria - Kalamen على طالبات بعض المدارس، فى جانب من مشروعاتهن البحثية لدراسة مقرر فسيولوچيا الرياضة

www.hollanduniversity.org

ولقد توصل كالامن Kalamen إلى وضع جدول المعايير التالية لنتائج هذا الاختبار.

جدول (٧)

معايير القدرة اللاهوائية لاختبار مارجريا - كالامن»

المرحلة العمرية		القدرة اللاهوائية (وات/ كجم)			
		منخفض	أقل من المتوسط	متوسط	جيد	ممتاز
١٥-٢٠	ذكور	<١١١٣	١١١٤-١٤٦٦	١٤٦٧-١٨٣٩	١٨٤٠-٢١٩٧	>٢١٩٧
٢٠-٣٠		<١٠٤٤	١٠٤٥-١٣٦٨	١٣٦٩-١٧٢١	١٧٣٣-٢٠٥٩	>٢٠٥٩
٣٠-٤٠		<٨٣٨	٨٣٩-١٠٩٣	١٠٩٤-١٣٧٧	١٣٧٨-١٦٤٧	>١٦٤٧
٤٠-٥٠		<٦٤٢	٦٤٣-٧٢٨	٨٢٩-١٠٣٤	١٠٣٥-١٢٢٥	>١٢٢٥
٥٠<		<٤٩٥	٤٩٦-٨٢٨	٦٤٣-٨٠٩	٨١٠-٩٦١	>٩٦١
١٥-٢٠	إناث	<٩٠٧	٩٠٨-١١٨١	١١٨٢-١٤٨٥	١٤٨٦-١٧٨٥	>١٧٨٥
٢٠-٣٠		<٨٣٤	٨٣٥-١٠٩٣	١٠٩٤-١٣٧٨	١٣٧٩-١٦٤٨	>١٦٤٨
٣٠-٤٠		<٦٤٢	٦٤٣-٨٢٨	٨٢٩-١٠٣٤	١٠٣٥-١٢٢٦	>١٢٢٦
٤٠-٥٠		<٤٩٥	٤٩٦-٦٤٢	٦٤٣-٨٠٩	٨١٠-٩٦١	>٩٦١
٥٠<		<٣٧٨	٣٧٩-٤٧٥	٤٧٦-٦٠٣	٦٠٤-٧٣٥	>٧٣٥

علامة > = أكبر من ، علامة < = أقل من

ومن أجل الحصول على مزيد من الإيضاح لطريقة حساب النتائج فى هذا الاختبار فإننا سوف نسوق المثال التالى:

مثال:

لاعب عمره ٢٧ سنة، ووزنه ٧٥ كجم، أُجرى عليه اختبار «مارجريا-كالامن» فقام بتسجيل زمن مقداره ٤٩,٠ ثانية، فما هو مقدار القدرة اللاهوائية القصوى المحسوبة لهذا اللاعب؟

www.hollanduniversity.org

الإجابة:

القدرة اللاهوائية القصوى للاعب = (وزن اللاعب (كجم) × سرعة الجاذبية الأرضية × المسافة العمودية بالمتر) / الزمن بالثوانى

$$= \frac{٧٥ \times ٩,٨ \times ١,٠٥}{٠,٤٩} = ١٥٧٦,٦ \text{ (وات/ كجم)}$$

ووفقا لجدول معايير «كالامن» فإن مقدار القدرة اللاهوائية القصوى لهذا اللاعب والتى حسبت بمقدار ١٥٧٦,٦ (كجم.م/ث^{٢}) أمام المرحلة العمرية ٢٠ - ٣٠ سنة تدل على حصول اللاعب على مستو متوسط.

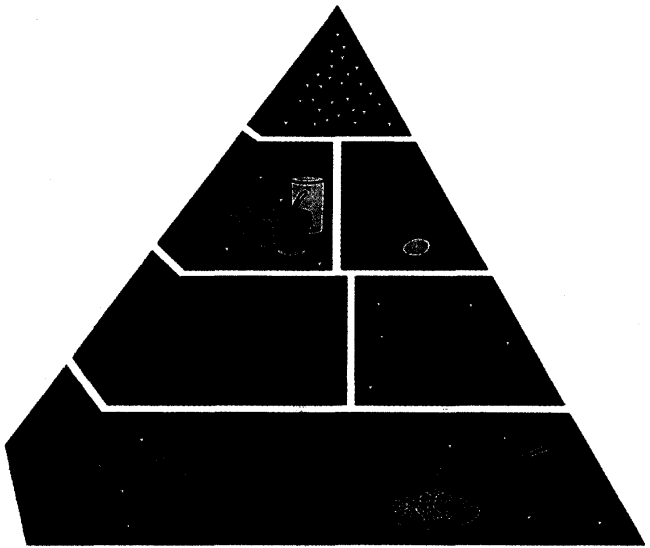
ويذكر «مود، فوستر» Moud & Foster, 1995 أن مدى القدرة يكون لدى الإناث غير المدربات أو لاعبات التحمل من الإناث فى حدود أقل من ٧٠٠ وات (١٢ وات/ كجم) بينما قد يصل إلى أكثر من ١٥٠٠ وات (١٨ وات/ كجم) لدى الرياضيين الذكور.

www.hollanduniversity.org

الفصل الخامس

التغذية: أساس الأداء الإنسانى
-تطبيقات فى المجال الرياضى

Nutrition: The Base for
Human Performance



www.hollanduniversity.org

تمثل التغذية بالنسبة للرياضى بالإضافة إلى عدد من العوامل الأخرى جانبا بالغ الأهمية لتحقيق الإنجاز والتفوق، وبخاصة فى مجال الرياضات التناقسية حيث تلعب التغذية دورا مهما فى تكوين بنية الجسم ودعم نظم إنتاج الطاقة اللازمة لأداء الجهد، هذا بالإضافة إلى الدور المهم الذى يلعبه الغذاء الجيد والملائم لطبيعة التخصص الرياضى فى عملية الاستشفاء والتخلص من فضلات التعب واستعادة مكونات الطاقة. وما يعكسه كل ذلك من أهمية لدراسة موضوع هذا الفصل فى مجال الرياضة والجهد البدنى.

والمقصود بالتغذية: هو جميع العمليات المتعلقة بحصول الجسم على الغذاء والاستفادة منه وتخزينه للاستهلاك عند ظروف النقص أو الاحتياج، وتنقسم عمليات التغذية إلى خمس مجموعات هى:

١- عمليات الحصول على الغذاء أو التغذى Feeding.

٢- عمليات هضم الغذاء Digestion.

٣- عمليات امتصاص الغذاء المهضوم Absorption.

٤- عمليات التخلص من فضلات الغذاء Egestion.

٥- عمليات الاستفادة من الغذاء الذى تم امتصاصه أى عملية التمثيل الغذائى (الأيض) Metabolism.

ويمكن تلخيص مجموعة العمليات الخمس السابقة من خلال الشكل التالى:

١- التغذى Feeding

٢- هضم الغذاء Digestion

٣- امتصاص الغذاء Absorption

٤- التخلص من الفضلات Egestion

٥- التمثيل الغذائى (الأيض) Metabolism

شكل (٢٤)

عمليات التغذية

www.hollanduniversity.org

والغذاء الذى يتناوله الإنسان ليحفظ به كيانه ويساعده على أداء وظائفه البيولوجية الاعتيادية ونشاطه البدنى يتكون من جملة من العناصر التى تمتزج وتتداخل فيما بينها لتكون أنواع الأغذية التى نعرفها والتى تنقسم إلى:

١- المواد البروتينية Proteins

٢- المواد الكربوهيدراتية Carbohydrates

٣- الدهون Fats

٤- الفيتامينات Vitamins

٥- الأملاح المعدنية Minerals

٦- الماء Water

وبصفة عامة تتلخص **أهم الوظائف الحيوية للغذاء فى**: المحافظة على أنسجة الجسم وما يتعلق ببناء وتجديد هذه الأنسجة - تنظيم التفاعلات الكيميائية داخل الخلايا - توصيل الإشارات العصبية - إنتاج الطاقة اللازمة للحركة والنشاط - عمليات النمو والتكاثر - بناء المركبات الغذائية التى يتكون منها الجسم.

وجسم الإنسان لا يحتاج إلى أطعمة معينة، وإنما يحتاج إلى مغذيات محددة فى العديد من الأطعمة بنسب وتركيزات مختلفة، ويمكن تقسيم الغذاء إلى ثلاث مجموعات طبقا للوظائف التى يقوم بها الجسم وتتمثل تلك المجموعات فى:

١- **أغذية الطاقة**: وتشمل الحبوب - الدرنات - السكريات - الدهون - الزيوت. ووظيفة هذه المجموعة هى إمداد الجسم بالطاقة اللازمة له.

٢- **أغذية البناء**: وتشمل البروتينات - الكالسيوم - الحديد وبعض المعادن الأخرى. ووظيفة هذه المجموعة هى بناء وتجديد خلايا الجسم وأنسجته.

٣- **أغذية الوقاية**: وتشمل الخضروات - الفاكهة، وهى تمد الجسم بالڤيتامينات - والأملاح المعدنية وتساعد على وقايته من الأمراض.

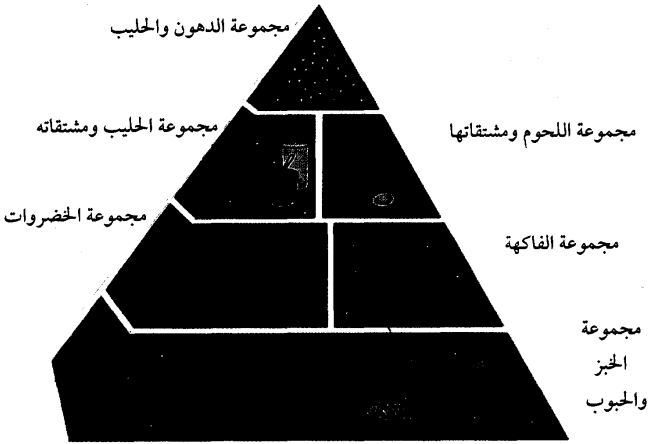
www.hollanduniversity.org

وفى مجـال التغـذية يستـخدم تقـسيم يعـرف بالهرم الغـذائى شكل (٢٥) يضم مجموعات التغذية المختلفة، ويصنف الهرم الغذائى فى ست مجموعات تبدأ من القاعدة وتنتهى بقـمة الهـرم، وهذه المجموعـات هى: مجمـوعة الخـبز والحبـوب ـ مجمـوعة الخضـروات ـ مجموعـة الفاكهة ـ مـجموعة الحلـيب واللبن والجبن ـ مجموعـة اللحوم والدواجن والأسـمـاك والبقـول والبـيض والمكسـرات ـ مـجمـوعـة الدهون والزيوت والحلويات.

التغذية والجهد البدنى: Nutrition and the Physical Effort

(البروتينات - الكربوهيدرات - الدهون - الأملاح المعدنية - الماء - الفيتامينات)

تتفاوت أهميـة العناصر الأساسية للغذاء تـبعا لطبيعة وحجم الجـهد البدنى الذى يقوم به اللاعب فى غضـون عمليات التدريب والمنافسة، فـفى حين تمثل الكربوهيدرات أهمية خاصة بالنسبة لمتسابقى رياضات التحمل، يكون للبروتينات دور مهم فى استشفاء



شكل (٢٥)
الهرم الغذائى وتوزيع المجموعات الغذائية

www.hollanduniversity.org

العمليات الفسيولوجية وإعادة البناء بالنسبة للاعبى رياضات القوة والسرعة، وتساهم بعض العناصر الغذائية الأخرى بدرجات متباينة فى بعض الألعاب الرياضية.

وفى هذا الفصل سوف نحاول إلقاء الضوء على موضوع التغذية ومساهمة عناصرها المختلفة فى أداء جهد التدريب والمنافسات الرياضية والوقوف على بعض النصائح والتوجيهات التى يمكن أن تحقق للاعب والمدرب أقصى استفادة من دراسة هذا الموضوع.

أولا: البروتينات Proteins والجهد البدنى:

تتحول المواد البروتينية بعد عمليات الهضم إلى أحماض أمينية صالحة للامتصاص والتمثيل الغذائى داخل الجسم، وتتضمن الأحماض الأمينية عشرين نوعا منها ثمانية أنواع تسمى الأحماض الأمينية الأساسية التى تستلزم أن يتناولها الشخص بشكل مباشر فى غذائه، وبقية الأنواع الأخرى تسمى الأحماض الأمينية غير الأساسية ويقوم الجسم بتصنيعها تلقائيا من المواد الغذائية الأخرى، ويعطى الجرام الواحد من المواد البروتينية مقدارا من الطاقة حوالى ٤,١ سعر حرارى.

ويحتاج الأشخاص العاديون إلى مقدار جرام واحد من البروتين يوميا لكل كيلوجرام من وزن الجسم، بينما يحتاج الرياضيون إلى كمية أكبر تتراوح ما بين جرام ونصف إلى جرامين لكل كيلوجرام من وزن الجسم يوميا، وخاصة بالنسبة للاعبى رياضات رفع الأثقال، والرمى، والمصارعين حيث تزيد الحاجة إلى استخدام البروتين فى بناء الأنسجة للوصول إلى التكوين العضلى الذى يميز هذه الرياضات، غير أن معظم البروتين الزائد عن حاجة الجسم يتكسر ويفقد فى صورة فضلات نتروچينية تخرج مع العرق والبول، كما أن نسبة من باقى البروتين الزائد تتحول إلى دهون Fats.

ولا يحتاج الرياضى إلى البروتين كمصدر لإنتاج الطاقة أثناء أداء الجهد البدنى حيث إن وظيفة البروتين الأساسية هى البناء، ولا تزيد فاعلية البروتين فى إنتاج الطاقة لأكثر من نسبة ١-٢٪ أثناء الجهد البدنى الذى يستمر لفترة طويلة، واستهلاك البروتين كمصدر للطاقة يؤثر سلبًا فى البنية الأساسية للجسم؛ لذا ينصح بأن يتناول اللاعب كمية كافية من الكربوهيدرات مما يساعد على احتفاظ الجسم بالبروتين للقيام بوظيفته، وتزداد أهمية تناول البروتين خلال فترة الاستشفاء عقب الجهد البدنى لتعويض التالف من الأنسجة خلال المجهودات الشاقة، وبناءً عليه فإنه ليس هناك ما يدعو إلى زيادة

www.hollanduniversity.org

تناول اللاعب للبروتين قبل الأداء حيث إن الأهم منه فى هذه الحالة هو زيادة تناول الكربوهيدرات.

ثانيا: الكربوهيدرات Carbohydrates والجهد البدنى:

تتكون معظم المواد الكربوهيدراتية من أصل نباتى فيما عدا الجليكوجين أو النشا الحيوانى، وكذلك اللاكتوز (سكر اللبن) والريبوز الموجود فى نوايا الخلايا.

وتتركب المواد الكربوهيدراتية من كربون بالإضافة إلى الهدروجين والأكسجين وتقوم النباتات بتكوين الكربوهيدرات عن طريق ثانى أكسيد الكربون الموجود فى الهواء والماء فى وجود أشعة الشمس وبمساعدة الكلوروفيل أثناء عملية التمثيل الضوئى.

هضم وامتصاص الكربوهيدرات:

فى عملية هضم وامتصاص الكربوهيدرات يبدأ الهضم فى الفم عن طريق أنزيمات اللعاب حيث يتحلل النشا بدرجة جزئية، ثم بعد ذلك فى المعدة حيث يعمل حامض الهيدروكلوريك على النشا والسكروز، ثم يبدأ أميليز البنكرياس استكمال خطوات التحليل والهضم فى الأمعاء الدقيقة.

كذلك تعمل إنزيمات الكربوهيدرات الموجودة فى العصارات المعدية على تحليل السكريات الثنائية إلى السكريات البسيطة التى تتكون منها وهى الجلوكوز، الفركتوز، والجلاكتوز والتى يسهل امتصاصها داخل جدران الأمعاء الدقيقة. وتذهب السكريات الأحادية بعد امتصاصها إلى الكبد عن طريق الوريد البابى حيث تتحول إلى جلوكوز، وكذلك مصير كل النشويات والسكريات التى توجد فى الغذاء الذى يتناوله الإنسان.

ينتقل الجلوكوز من الكبد إلى الخلايا والأنسجة المختلفة بالجسم بواسطة الدم فيمدها بحاجتها من الطاقة، ثم يتحول الفائض من الجلوكوز إلى جليكوجين يختزن فى الكبد، ويعتبر ذلك رصيدا يمكن أن يحوله الجسم مرة أخرى إلى جلوكوز عند الاحتياج إليه، تقوم العضلات والقلب أثناء الراحة بتخزين الجليكوجين الذى يستخدم فى توليد الطاقة عند اللزوم.

وبالنسبة للجهد البدنى فإن الكربوهيدرات كمصدر للطاقة تفضل عن الدهون على الرغم من إنتاج الدهون لكمية أكبر من الطاقة، ويرجع ذلك إلى سببين أساسيين هما: تميز الكربوهيدرات بسرعة إنتاج الطاقة عن الدهون واحتياج الكربوهيدرات إلى كمية أقل من الأكسجين فى إنتاج الطاقة.

www.hollanduniversity.org

ويمكن اعتبار الكربوهيدرات المصدر الأساسى لإنتاج الطاقة أثناء المجهود البدنى حيث تساهم بنسبة ٨٠٪ من إجمالى الطاقة اللازمة للأداء وخاصة فى المجهودات البدنية التى تستمر لفترة طويلة، ويستفيد من ذلك بشكل كبير لاعبو المسافات الطويلة كالمارثون والدراجات واختراق الضاحية والسباحة وغيرها.

نظام التعبئة الجليكوجينية Glycogen Loading (التحميل بالكربوهيدرات) وتطبيقاته فى المجال الرياضى:

وفقا لما أوصت به نتائج دراسات عدد كبير من الباحثين، يستخدم أخصائيو التغذية والمدربون طريقة غذائية مهمة بالنسبة للاعبى التحمل، تركز على تكثيف تناول اللاعب للكربوهيدرات وتستخدام نظاما معينا لتركيز الجليكوجين وتخزينه فى الكبد والعضلات بكميات كبيرة قبل المنافسة للاستفادة من ذلك أثناء سباقات التحمل، ويتلخص هذا النظام فيما يلى:

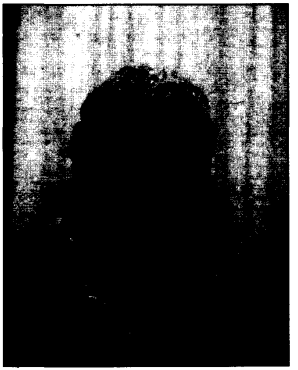
١- قبل فترة أسبوع إلى عشرة أيام من المنافسة يعطى اللاعب تدريبات تحمل عالية يمكن من خلالها استنفاد مخزون الجليكوجين فى العضلات، ويطلق على هذه المرحلة الاستنفاد Depletion.

٢- قبل أربعة إلى ثلاثة أيام من المنافسة يتناول اللاعب وجبات غذائية منخفضة الكربوهيدرات، وذلك بغرض زيادة استنفاد المخزون الجليكوجينى من العضلات.

٣- يتغير هذا النظام كله بعد ذلك حيث يعطى اللاعب خلال الأيام الثلاثة التى تسبق المنافسة كميات كبيرة من الكربوهيدرات فى الغذاء ويستمر فى ذلك حتى يوم المنافسة، عندئذ تتضاعف نسبة تركيز الجليكوجين حوالى ٢-٣ مرة عن المستوى العادى، وتسمى هذه المرحلة بالتعبئة Loading.

ويتضح تأثير استخدام نظام التعبئة الجليكوجينية خلال النصف الثانى أو خلال الربع الأخير من سباقات الماراثون أو سباقات دراجات الطريق وكذا فى سباقات القوارب والتجديف لمسافات طويلة (سباقات التحمل عموما) حيث يستفيد الجسم من حجم الجليكوجين المخزون مما يدعم كفاءة استمرار اللاعب فى مواصلة الجهد وإحراز التفوق فى مثل هذه السباقات، ولا يصلح هذا النظام بالنسبة للسباقات التى تؤدى لأقل من ساعة على نحو مستمر.

www.hollanduniversity.org



شكل (٢٦)

التعبئة الجليكوجينية كنظام لتغذية رياضيو التحمل عن Brouns,1993

الآثار الجانبية The Side Effects لنظام التعبئة الجليكوجينية:

قد يحدث نتيجة لاستنفاد الجليكوجين خلال المراحل الأولى لنظام التعبئة الجليكوجينية أن يتعرض اللاعب للشعور ببعض الآثار الجانبية السلبية التى تتمثل فى شعوره بحدة المزاج والعصبية وأحيانا الدوخة والغثيان والتعرض للإرهاق وانخفاض مستوى الأداء الرياضى، كما أن الزيادة التالية المفاجئة فى حجم تناول الكربوهيدرات قد تعرض الجهاز الهضمى لنوع من الاضطراب يتمثل فى اضطرابات المعدة والأمعاء وحالات الإسهال.

ولا ينصح باستخدام هذا النظام بالنسبة للأطفال أو الناشئين كما لا ينصح به للاعبى سباقات السرعة لأن خزن الجرام الواحد من الجليكوجين بالجسم يحتاج إلى مقدار ثلاثة جرامات من الماء، وهذا يشعر اللاعب بثقل الوزن ويؤثر سلبا على نتائجه فى مثل تلك السباقات.

النظام المعدل للتعبئة الجليكوجينية:

لتفادى التأثيرات السلبية لنظام التعبئة الجليكوجينية السابق ذكرها، تم فى الآونة الأخيرة تعديل تلك الطريقة، بحيث يعطى اللاعب نسبة عالية من الكربوهيدرات

www.hollanduniversity.org

وخاصة النوع المركب منها بحيث تصل النسبة من ٦ إلى ١٠ جرامات لكل كيلوجرام من وزن اللاعب، ويتم ذلك قبل أسبوع على الأقل من يوم البطولة أو السباق مع خفض شدة وزمن التدريب تدريجيا حتى يوم البطولة، وبهذا يزيد حجم الجليكوجين المخزون بمقدار ضعفين ونصف دون أن يتعرض اللاعب للآثار السلبية لهذا النظام.

التوجيهات الخاصة بتناول واستخدام الكربوهيدرات فى المجال الرياضى:

١- لا يفضل تناول الكربوهيدرات قبل الاشتراك فى المنافسات التى يقل زمن أدائها عن ٤٠ دقيقة، حيث لن يتم الاستفادة من تناولها قبل امتصاصها بالدم وإتمام عمليات التمثيل الغذائى الخاص بها، وتحتاج هذه العمليات إلى فترة من الوقت.

٢- يمكن أن تفيد الكربوهيدرات لاعبى سباقات التحمل التى تستمر لمدة طويلة كالمارثون واختراق الضاحية إذا تم استخدامها قبل النشاط البدنى مباشرة.

٣- إذا كان الهدف من تناول الكربوهيدرات هو محاولة إعادة تخزين الجليكوجين، فيجب تناولها قبل أداء النشاط البدنى بأكثر من ساعتين ونصف.

٤- فى حالة الجو الحار يحتاج الجسم إلى الماء بشكل أكبر من حاجته إلى الكربوهيدرات؛ لذا يفضل إعطاء الكربوهيدرات فى شكل محلول نسبة تركيزه ٥٪ (٥ جرامات سكر لكل ١٠٠ مليلتر ماء) بينما يمكن زيادة تركيز المحلول بالسكر فى حالة الجو البارد لتصل إلى ٢٠٪ وينبغى ألا تزيد النسبة عن ذلك حتى لا تؤثر سلبيا فى عملية الامتصاص أو تحدث بعض الارتباك فى المعدة والأمعاء.

ثالثا: الدهون Fats ودورها فى الجهد البدنى:

توجد الدهون فى القشدة والزبدة والسمن واللبن والزيوت، وهى تمد الجسم بالحرارة وبعضها يحمل الفيتامينات، وتعتبر الدهون مصدرا أساسيا للطاقة، كما أنها تحمى الجسم من الصدمات الخارجية، تتحول الدهون بعد عمليات الهضم إلى أحماض دهنية وجلسرين، ويعطى الجرام الواحد منها حوالى ٩,٣ سعر حرارى، ولا يحتاج الرياضى لزيادة تناول الدهون إلا إذا استمر زمن الأداء الرياضى لأكثر من ساعة، غير

www.hollanduniversity.org

أنه يفضل الاعتماد على المواد الكربوهيدراتية كمصدر للطاقة أثناء النشاط الرياضى للأسباب التى أوضحناها فى موضوع الكربوهيدرات.

رابعا: الأملاح المعدنية Minerals ودورها فى الجهد البدنى:

يحصل الجسم على الأملاح المعدنية من خلال الماء والطعام الذى يتناوله الفرد، وتوجد الأملاح المعدنية عادة فى اللبن، والبيض، والعسل الأسود، والأسماك، واللحوم، والخبز، والسبانخ، والجرجير، والخس والجزر.

إن تناول الأملاح المعدنية لا يؤدى إلى تحسين مستوى الأداء الرياضى، ولكنه يفيد فى تعويض ما يفقده الجسم من أملاح خلال عمليات التدريب أو جهد المنافسات، وعلى سبيل المثال فإنه عندما ينخفض تركيز الصوديوم عن معدلاته الطبيعية يتعرض اللاعب لحدوث التقلصات والألم العضلى، يحدث ذلك حتى بعد انتهاء الجهد بعدة ساعات، كما قد يشعر اللاعب بالصداع والغثيان.. ويحتاج اللاعب بالضرورة إلى تعويض النقص الحادث بالأملاح وإلا فإن أداءه سوف يتأثر سلبا.

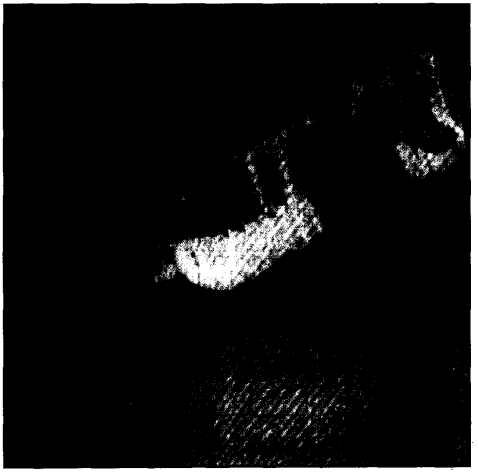
خامسا: الماء Water وأهميته فى أداء الجهد البدنى:

يعتبر الماء أحد المكونات الأساسية لأنسجة الجسم حيث تبلغ نسبته حوالى ٥٠-٦٥٪ من وزن الجسم، ويقوم الماء بدوره الهام باعتباره السائل الذى يشتمل على الكثير من المواد الكيميائية اللازمة للجسم، وعند التدريب فى الجو الحار يزداد معدل إفراز العرق للتخلص من الحرارة الزائدة بالجسم، كما يزداد إفراز العرق خلال المباريات، وخاصة عند ارتفاع درجة حرارة الجو مع ارتفاع نسبة الرطوبة، ويحتاج الجسم إلى حوالى ٢٤-٣٦ ساعة لتعويض الماء المفقود الذى يؤدى إلى نقص ما بين ٤ - ٧,٥ ٪ من وزن الجسم.

ويؤدى فقد الماء من الجسم عن طريق العرق دون تعويضه إلى اختلال التوازن المائى بالجسم، مما يؤدى إلى أضرار كثيرة مثل سرعة التعب والإجهاد وإصابات الحرارة، وإذا فقد اللاعب نسبة فى حدود ٤-٥ ٪ من وزن جسمه عن طريق الماء فإن ذلك سوف يؤثر سلبا فى أدائه لأنشطة التحمل بنسبة ٢٠- ٣٠٪ وتؤدى الزيادة الكبيرة لفقد الماء بالجسم إلى جفاف الأنسجة Dehydration وقد تصل الحالة إلى الوفاة، ولا يعتبر الإحساس بالعطش هو المؤشر لحاجة الجسم إلى الماء، إذ أن فقدان السوائل يكون قد بدأ

www.hollanduniversity.org

بالفعل قبل إحساس اللاعب بالعطش، وفى حالة التمرين الشديد وظروف الحرارة العالية عادة ما يتجاوز فقدان الماء المعدل الذى يمتص منه بالجسم؛ ولذا ينصح كإجراء وقائى بأن يتناول اللاعب الماء حتى وإن كان لا يشعر بالعطش خلال الأداء فى الأجواء الحارة.



شكل (٢٧)
يكون من المهم شرب الماء والسوائل خلال الراحات البينية
للتدريب والجهد البدنى وخاصة فى الجو الحار

فسيولوجية العطش Thirst والتوازن المائى Water Balance:

ينظم إحساس الفرد بالعطش بواسطة مركز فى مهاد الدماغ (thalamuth) يعرف بمركز الشرب drinking center يقع قريبا جدا من مركز آخر يعرف بمركز منع إدرار البول ADH ومن أهم العوامل المحفزة لمركز الشرب: فرط تركيز الأملاح بالجسم وارتفاع درجة حرارته أو درجة حرارة الجو المحيط، كما ينبه مركز الشرب عندما ينقص حجم الماء أو سوائل الجسم عامة، ويلاحظ أن هذه العوامل مجتمعة تكون مرافقة لأداء الجهد البدنى، وخاصة عند الأداء فى الجو الحار، ويؤدى شرب الماء إلى تخفيف حدة العطش للفرد بصورة مؤقتة ويحدث ذلك حتى قبل امتصاص الماء فى المعدة والأمعاء.

www.hollanduniversity.org

يتوزع الماء بالجسم فى قسمين: داخل الخلايا ويمثل نسبة ٧٥٪ وخارج الخلايا بنسبة ٢٥٪ والأخير هو الذى تتألف منه البلازما وسائل بين الخلايا أو السائل النسيجى، وعلى الرغم من هذا التقسيم إلا أنه يحدث تبادل سريع ودائم بين توزيعات الماء عبر خلايا وأجزاء الجسم المختلفة مما يشكل نوعا من التوازن الديناميكى أو فيما يعرف بالتوازن المائى، ولكى يبقى ذلك التوازن ثابتا لابد أن يكون هناك تكافؤ أو توازن بين حجم الماء الداخل إلى الجسم والمفقود منه، ويوضح جدول (٨) حجم هذا المقدار يوميا لدى الأشخاص الأصحاء البالغين.

جدول (٨)

توزيع الماء الداخل إلى الجسم والمفقود منه يوميا فى حالة الراحة للأشخاص الأصحاء البالغين

الماء المفقود من الجسم Water Out put		الماء الداخل إلى الجسم Water In Put	
فاقد من الجسم عن طريق:		داخل إلى الجسم عن طريق:	
البول	١٤٠٠ ملى لتر	الشرب (ماء حر)	١٣٥٠ ملى لترا
الجلد (العرق)	٧٠٠ ملى لتر	الغذاء (الأطعمة)	٩٠٠ ملى لتر
الأمعاء (البراز)	١٠٠ ملى لتر	أكسدة الغذاء	٤٥٠ ملى لترا
الرئتين (هواء الزفير)	٥٠٠ ملى لتر		
المجموع	٢٧٠٠ ملى لتر	المجموع	٢٧٠٠ ملى لتر

تغيرات البول وتأثيرات الجهد البدنى على وظائف الكلى:

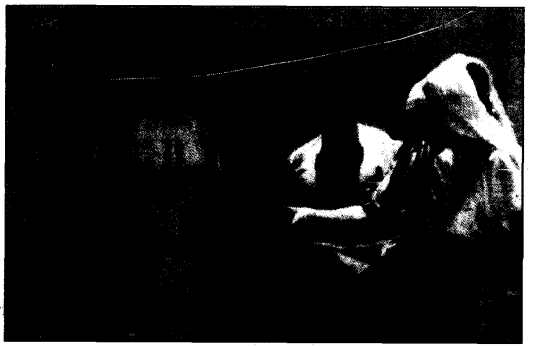
تعكس مكونات البول العديد من وظائف الكلى، ويتألف البول من الماء والمواد الذائبة فيه والتى يعتبر نصفها من اليوريا Urea وهى المادة الرئيسية الناتجة عن أيض البروتين، وتبلغ نسبة المواد النتروجينية فى البول ٩٥٪ معظمها من اليوريا، حامض

www.hollanduniversity.org

البوليك Uric Acid الكرياتين والأمونيا، والبول الرائق حمضى التفاعل حيث يبلغ أسه الهدروجينى (pH 6) وتتراوح قيمته فى الحالات الطبيعية بين ٦ - ٦,٥ ٪ وأقصى درجة حامضية تسمح لاستمرار إفراز أيونات الهدروچين فى البول هى ٤,٥ .

من أهم وظائف الكلى التى يكشف عنها فى البول هى البروتينات، حيث يعتبر ظهورها دلالة على ما يعرف بالبول البروتينى Proteinuria وأهم هذه البروتينات هى مصل الألبيومين Serum Albumin ومصل الجلوبيلين Serum globulin وهما من أهم بروتينات الدم، توجد آثار هذين النوعين من البروتين حتى لدى الشخص السليم، إلا أن المقدار الطبيعى لظهورهما فى البول يوميا لا يتجاوز ٣٠ - ٢٠٠ جرام، وإذا زاد المقدار عن ذلك كان دلالة على الحالة التى ذكرناها (البول البروتينى) وهى تنقسم إلى نوعين هما: البول البروتينى الكاذب أو الفسيولوچى الذى يظهر تحت تأثير ظروف حادثة أو طارئة منها الجهد البدنى العنيف أو عقب تناول وجبة غذائية غنية بالبروتين أو فى بعض الحالات المرضية كفقر الدم أو نقص التغذية، والنوع الثانى هو البول البروتينى الحقيقى أو الكلوى الذى يظهر تحت تأثير ظروف مرضية متعددة فى الغالب.

المكون الثانى ذو الأهمية فى البول هو سكر الجلوكوز Glucose الذى تتراوح نسبته فى الدم فى الظروف العادية بين ٨٠ - ١٢٠ مليجراما ٪ وتتأثر هذه النسبة بعدد



شكل (٢٨)

بعض طلاب قسم التربية الرياضية بجامعة البحرين أثناء تدريبهم على فحص تأثيرات الجهد البدنى على بعض وظائف الكلى

www.hollanduniversity.org
من العوامل، إلا أنه إذا زادت عن ١٨٠ ٪ فإن الجلوكوز سوف يطرح فى البول وتظهر حالة البول السكرى Glucoseuria، فمن المفروض أن يكون البول الطبيعى خاليا تماما من الجلوكوز لأن أنسولين البنكرياس يلعب دورا مهما فى تنظيم هذه العملية بامتصاص الجلوكوز الفائض وإعادته مرة أخرى إلى الدم.

الجهد البدنى الشديد يزيد من إفراز هرمون الأدرينالين Adrinalin الذى يفرزه نخاع الغدة فوق الكلية وهذا بدوره يؤدى إلى زيادة عمليات تحلل الجليكوجين الكبدى فيرتفع تركيز الجلوكوز فى الدم بدرجة أعلى من القدرة على امتصاصه وإعادته مرة أخرى إلى الدم ومن ثم يطرح ويظهر فى البول.

لقد أشار عدد من العلماء والباحثين إلى ظهور بعض المكونات بصورة غير طبيعية فى البول تحت تأثير الجهد البدنى كنتيجة لتأثر الوظائف الفسيولوجية للكلى، حيث أظهرت دراسة «يامن» وزملاؤه Yaman et al.1998 ظهور حالة البول البروتينى لدى الفتيان والفتيات الذين اشتركوا فى سباق لاختراق الضاحية بتركيا عام ١٩٩٦م، وأشار «بالتاسى» وزملاؤه Baltaci et al.1997 إلى ظهور نفس الحالة لدى الملاكمين فى فرق: روسيا، وأوكرانيا، وتركيا، وأذربيجان، وجورجيا، كما أشارت الدراسة إلى ظهور كرات الدم الحمراء فى البول أيضا وهى حالة لا تظهر فى الظروف الطبيعية وتعرف باسم الهيماتوريا Hematoria، كما أوضحت نتائج عدد آخر من الدراسات تغير قيمة pH البول إلى الاتجاه الحمضى نتيجة المجهودات البدنية الشاقة.

وفى البيئة العربية تعتبر الدراسات التى أجراها «أبو العلا عبد الفتاح» وأحمد معروف ١٩٨٣م من الدراسات الرائدة فى هذا المجال وتلا ذلك عدد من الدراسات الأخرى، ويمكن بطريقة بسيطة إجراء فحص البول بواسطة أشرطة قياسية ملونة خاصة تعرف باسم Comber,s test وتعرض الصورة الموضحة بشكل (٢٨) بعض طلاب قسم التربية الرياضية بجامعة البحرين أثناء تدريبهم على كيفية إجراء مثل تلك الاختبارات - قبل وبعد - أداء مجهودات بدنية محددة باستخدام أجهزة قياس الجهد للتعرف على بعض تغيرات البول المعبرة عن التغيرات الفسيولوجية لوظائف الكلى فى مثل هذه الظروف، ومعرفة الفترات الزمنية التى يتم فيها استشفاء تلك الوظائف بحيث يمكن تنظيم الجرعات التدريبية والفترات الزمنية المناسبة لتكرار أحمال التدريب مع تجنب الأضرار الصحية التى قد يتعرض لها اللاعب نتيجة عدم مراعاة ذلك.

www.hollanduniversity.org

لقد فسرت تغيرات البول اللاحقة لاحتمال التدريب من قبل العلماء والباحثين على أساس ما أسماه «كليمان» Kleiman,1960 بظاهرة الكلى الرياضية أو كلى الرياضى Athlete,s Kidney وترجع هذه التغيرات - غالبا - إلى ظروف نقص الأكسجين فى الدم الذى يتعرض لها الجسم بصفة عامة والكلى بصفة خاصة عندما ينقص جريان الدم إليها بسبب الجهد البدنى مما يعمل على اتساع المرشحات الكلوية فتظهر تلك المكونات - كبيرة الحجم نسبيا - فى البول، كما أنه نتيجة المجهودات الشديدة والأداء البدنى العنيف وأنواع الاصطدامات التى يصادفها الرياضيون قد تؤدى إلى نوع من التكسير لكرات الدم الحمراء فتظهر فى البول، إلا أن الجدير بالذكر أن مثل هذه التغيرات تعتبر ظاهرة وقتية لاحقة للجهد البدنى ولا تلبث أن تختفى فى غضون فترة لا تزيد عادة عن ٢٤ - ٧٢ ساعة.

النصائح العلمية والتوجيهات الخاصة بشرب الماء والسوائل أثناء التدريب:

عند ممارسة الرياضة وأداء التدريب وبخاصة فى الأجواء الحارة، يصبح من الأهمية المحافظة على توازن الماء بالجسم، ونظرا لزيادة إفراز الجسم للعرق فى مثل تلك الظروف، قد يفقد اللاعب جزءا كبيرا من ماء الجسم دون تعويضه، مما يعرضه خلال التدريب لبعض المخاطر، ولذا يجب أن يتابع المدرب وزن اللاعب يوميا وخاصة فى أعقاب التدريب، ويدل النقص السريع المفاجئ لوزن جسم اللاعب على عدم تعويض الماء المفقود، وفى هذه الحالة يمكن منع اللاعب من التدريب، وللوقاية من ذلك يسمح للاعب بتناول جرعات الماء خلال فترات توقف اللعب أو قبل التدريب بحوالى ١٠-٢٠ دقيقة، حيث يؤدى ذلك إلى زيادة العرق وبذلك يتخلص اللاعب من الحرارة الزائدة بالجسم، كما يمكن للاعب أن يتناول بعض جرعات الماء أثناء التدريب أو المباراة كلما أتيحت الفرصة لذلك، وتكون جرعة الماء فى حدود ٢٥٠ مليلترا (حوالى كوب من الماء) بمعدل كل ١٠-١٥ دقيقة وخاصة عند الجو شديد الحرارة، ويجب التأكيد على تلك التوجهات خاصة فى سباقات الدراجات والماراثون وغيرها من السباقات الفردية طويلة الزمن التى يمكن خلالها تناول جرعات الماء دون توقف الأداء أو المنافسة.

سادسا: الفيتامينات Vitamins وأهميتها للجهد البدنى:

يحتاج الفرد من الفيتامينات إلى كميات قليلة ومحدودة، وتزداد الحاجة إليها

www.hollanduniversity.org

بعض الشيء فى بعض الظروف مثل التدريب الرياضى وعند تغير الضغط الجوى أو درجة الحرارة وكذلك فى حالة بعض الأمراض، كما تزداد حاجة الصغار إلى الڤيتامينات فى المجال الرياضى أساسا للوقاية من نقص الڤيتامينات وما يتسببه ذلك من الإصابة ببعض الأمراض التى يصعب تعويضها فيما بعد، وتختلف أنواع الڤيتامينات فمنها ما يذوب فى الماء مثل ڤيتامين B وفيتامين C ومنها ما يذوب فى الدهون مثل ڤيتامينات A,D,K.

وبصفة عامة فإن بعض المدربين يفضلون أن تزداد كمية ڤيتامين C التى يتناولها اللاعب بصفة خاصة خلال موسم المباريات، نظرا لسرعة إصابة اللاعبين ببعض الأمراض كنتيجة لانخفاض مستوى مناعة الجسم خلال هذه الفترة. وإذا ظهر احتياج اللاعب إلى الڤيتامينات فإن الطبيب هو الذى يقرر نوعية ومقدار الڤيتامينات التى يجب أن يتناولها.

ويحصل الإنسان على معظم احتياجاته من الڤيتامينات خلال غذائه اليومى المعتاد، وتقوم الڤيتامينات بدور نشط فى الكثير من العمليات الحيوية بالجسم، كالتمثيل الغذائى، وتركيب الإنزيمات، ونشاط الغدد الصماء، كما أنها تزيد من حيوية الجسم ومقاومته للأمراض.

وما زالت الڤيتامينات تجتذب العديد من الرياضيين إلى تناولها بكثرة فى أشكال وصور متعددة، سواء كانت تلك الڤيتامينات فى صورتها الطبيعية أو فى صور مستحضرات كيميائية، ويأتى ذلك اعتقادا من الرياضيين بأن للڤيتامينات تأثيرا مباشرا على الأداء والجهد البدنى، غير أن ذلك الاعتقاد لم تثبت حقيقته علميا، بل إنه على العكس من ذلك فقد لوحظ أن الزيادة فى تناول الڤيتامينات، وخاصة ما هو منها فى شكل عقاقير ـ قد يكون أكثر ضررا على الصحة العامة للفرد.

إرشادات الوجبة الغذائية قبل المباراة:

عند تناول اللاعبين للوجبة الغذائية السابقة لاشتراكهم فى المباراة أو البطولة، ينبغى أن تراعى الجوانب والملاحظات التالية:

www.hollanduniversity.org

١- يجب تناول الوجبة قبل وقت كاف من بداية المنافسة بحيث لا تقل تلك الفترة عن ٣-٤ ساعات.

٢- يفضل زيادة تناول الخضروات والفاكهة يوم المباراة نظرا لسهولة هضمها واحتوائها على كمية كبيرة من الڤيتامينات.

٣- يمنع تناول الأسماك المجففة والمالحة لأنها تسبب الشعور بالعطش على نحو مستمر يدفع اللاعب لتناول كميات كبيرة من الماء ويؤدى ذلك إلى إرهاق الجهاز البولى.

٤- بالنسبة للمشتركين فى المنافسات التى تطول فترة أدائها عن ٣٠ دقيقة يجب تناول وجبات غذائية تحتوى على نسبة ٨٠-٩٠٪ من المواد الكربوهيدراتية.

٥- يمكن تناول المشروبات بين شوطى المباراة أو بين المباريات وأثناء سباقات المسافات الطويلة شريطة أن تكون المشروبات فى صورة محاليل سكرية سهلة الهضم.

٦- ينبغى الامتناع عن تناول الأطعمة الغازية كالفاصوليا والبامية والبسلة والثوم تجنبا لعسر الهضم وتكوين الغازات بالأمعاء، الأمر الذى يجعل اللاعب يشعر بالضيق وقد يؤثر ذلك على مستوى أدائه.

٧- فى حالة إحساس اللاعب بنوع من القلق تجاه المنافسة أو تجاه نوع معين من الغذاء يفضل إعطاؤه أية وجبات يرغب فى تناولها شريطة أن تكون سهلة الهضم، كما يفضل فى هذه الحالة تناول الأطعمة المألوفة لديه ولا يحاول تجربة أى نوع جديد من الغذاء.

٨- تفضل المشروبات الدافئة لسهولة امتصاصها فى الأمعاء وعدم حاجة الجسم لاستهلاك طاقة فى تدفئتها.

٩- لا يعتبر البروتين مصدرا أساسيا للطاقة خلال النشاط الرياضى، ولا ينصح به كنوع من الغذاء قبل المنافسة بهدف إنتاج الطاقة.

١٠- الإقلال من المشروبات المنبهة للجهاز العصبى ومنع التدخين وتناول المشروبات الكحولية لما يسببه ذلك من اضطرابات عصبية. ويسمح بتناول فنجان واحد من الشاى أو القهوة قبل الاشتراك فى المنافسات.

١١- يفضل أن يتناول اللاعب قدرا ملائما من السوائل يوم المباراة.

www.hollanduniversity.org

الخطة العملية لتغذية الرياضيين: Nutrition Action Plan

الثقافة الغذائية والمعلومات الجيدة عن الغذاء تعتبر عديمة الفائدة إذا لم يتم تطبيقها فى الحياة بشكل عام وفى التدريب الرياضى بخاصة، وعلى المدرب مساعدة اللاعبين فى هذا المجال كجزء مكمل للخطة التدريبية، وحتى يقوم المدرب بوضع خطة غذائية للاعب، عليه اتباع ثلاث مراحل هى:

أ - مرحلة الملاحظة Observation Stage

ب - مرحلة التحليل Analysis Stage

جـ - مرحلة التنفيذ Action Stage

أولا - مرحلة الملاحظة: Observation Stage

تهدف هذه المرحلة إلى محاولة المدرب جمع معلومات عن الحالة الغذائية للاعبين، ينبغى أن يكون ذلك فى بداية الموسم التدريبى حتى تتاح الفرصة الكافية لتسجيل الملاحظات وتحليلها، وحتى يمكن اتخاذ التدابير اللازمة وتعديل سلوك اللاعبين فيما يتعلق بالتغذية.

هناك ثلاث طرق لملاحظة اللاعبين، يفضل اختيار الطريقة المناسبة التى تتوافق مع المهارة الشخصية للمدرب، وهذه الطرق هى:

أ - المقابلة الشخصية مع اللاعبين:

يتم إجراء حوار مع اللاعبين عن عاداتهم الغذائية وأساليب تناولهم للغذاء - أماكن تناول الوجبات - من يقوم بإعداد الوجبات وتحضيرها؟ مع من يتم تناول الغذاء؟ فرديا أو مع الأسرة أو الأصدقاء؟.

مهم جدا خلال مقابلة اللاعبين أن يتم إيضاح طبيعة الغذاء الخاص باللاعب والحمية الغذائية المناسبة لطبيعة رياضته التخصصية، يمكن خلال المقابلة أن تكون الإجابات شفوية أو كتابية، كما يمكن أن تكون المقابلة بشكل فردى أو جماعى مع اللاعبين، وقد يكون مهما دعوة الوالدين أو أحدهما لحضور المقابلة، وخاصة مع اللاعبين الناشئين أو المبتدئين.

www.hollanduniversity.org

ب - ملاحظة السلوك الغذائى للاعب:

تعتبر الملاحظة الطبيعية لسلوك اللاعب الغذائى هى المؤشر الحقيقى الذى يعكس طبيعة عاداته الغذئية، ويتم ملاحظة ذلك فى المطاعم وأماكن تناول الطعام بالمعسكرات التدريبية، كما يتم ملاحظة ذلك أثناء مرافقة اللاعبين فى الجولات الترفيهية، ويتم التركيز على السلوك الغذائى للاعب قبل وبعد التدريب والمنافسات.

جـ - قياس الخصائص والمواصفات المورفولوجية والبدنية للاعب:

يمكن من خلال إجراء بعض القياسات المورفولوجية على اللاعبين (الطول - الوزن - تقدير التركيب الجسمى من الدهون والعظام - العضلات - حجم العضلات ومحيطات أجزاء الجسم...) يمكن من خلال نتائج هذه القياسات الوقوف على تطور نمو أجزاء الجسم ومكوناته بالنسبة للاعب، كما يتم من خلال ذلك إقناع اللاعب بوضعه الجسمى ومتطلبات التغذية اللازمة له، كما يمكن إجراء بعض الفحوصات الطبية كقياس درجة تركيز الهيموجلوبين فى الدم، ونسبة الجلوكوز، والدهون، وتركيز الأملاح والأحماض ونسبة الحديد فى الدم... مع تسجيل الملاحظات الخاصة بالصحة العامة للاعب وحيوية الجلد والشعر - صفاء العينين.... جميع هذه الجوانب ينبغى تسجيلها والاحتفاظ ببيانات عنها..

ثانيا - مرحلة التحليل: Analysis Stage

يتم فى هذه مراجعة المعلومات والبيانات التى أمكن الحصول عليها من المرحلة السابقة، كما يتم مراجعة المعايير الغذائية Nutritional Norms التى تتوافق مع العمر والجنس، وتحليل مجمل البيانات المتعلقة بظروف التغذية النموذجية للاعب، ويراعى أن يكون وصف متطلبات التغذية متوافقا مع متطلبات فترة الموسم التدريبى.

فى مرحلة التحليل يراعى كذلك الجانب المادى المرتبط بتغذية اللاعب، فبعض اللاعبين يعيشون مع ذويهم وقد تكون الأسرة محدودة الدخل وتواجه بعض المشاكل المتعلقة بتغذية اللاعب، وقد يعيش لاعبون آخرون بعيدا عن ذويهم، وعادة لا يجيدون الطبخ أو تحضير الطعام، يميلون فى الغالب إلى شراء الوجبات سهلة التحضير أو أنهم يتجهون إلى تناول الوجبات السريعة ذات القيمة الغذائية المنخفضة والتى تعتبر غالية الثمن، وتحتوى على مواد إضافية كثيرة، من المهم جدا فى مرحلة التحليل أن يتم تقديم وصف للوجبات منخفضة التكاليف وذات القيمة الغذائية العالية.

www.hollanduniversity.org

ثالثا - مرحلة التنفيذ: Action Stage

تعتبر مرحلة التنفيذ هى المرحلة الحساسة فى خطة التغذية العملية للاعب، حيث تكون العادات الغذائية للاعب قد تشكلت نتيجة سلوكيات اتبعت لمدة زمنية طويلة، وسوف يكون من الصعب تغييرها جذريا بأسرع ما يمكن. . حاول كمدرب ألا تتسبب فى إحراج اللاعب أو الإساءة إليه بأى شكل من الأشكال نتيجة عاداته الغذائية.

بعد قيامك بعمليتى الملاحظة والتحليل يمكنك اتخاذ بعض الإجراءات التى تحتاج إلى مهارة شخصية منك لكى تساعد اللاعبين فى القيام بإجراءات التنفيذ، وتتلخص الإجراءات التنفيذية فى الآتى:

- الخطوة الأولى: تقديم ومنح المعلومات Information للاعب:

يعتبر المدرب مصدرا للكثير من المعلومات بالنسبة للاعبيه، وهذا يرجع بدرجة كبيرة إلى كم المعلومات ونوعيتها لدى المدرب، والكيفية أو المهارة الشخصية له فى طرحها على اللاعبين فى الوقت المناسب الذى يمكنهم فيه تلقى المعلومات بدرجة كافية من الانتباه والتركيز، وعلى المدرب الرجوع إلى أفضل المصادر التى تمكنه من الحصول على معلومات جيدة عن تغذية اللاعبين، لا سيما المصادر المعتمدة مثل معاهد التغذية أو اللجان الاستشارية الخاصة بتغذية الرياضيين.

ينبغى أن تتضمن الخطة السنوية للتدريب برنامجا ثقافيا وتوعويا عن تغذية اللاعبين تعقد من خلاله جلسات خاصة بطرح المعلومات الغذائية وعرضها ومناقشتها مع المختصين فى هذا الجانب، ومن المهم فى مثل هذه الجلسات تواجد أولياء أمور اللاعبين أو المسئولين عن تغذية اللاعب بالمنزل، وكذا القائمين بتجهيز وتحضير الطعام بالمعسكرات التدريبية الخاصة باللاعبين.

إذا لاحظ المدرب أن أحد اللاعبين فى وضع غذائى سيئ (سوء أو نقص تغذية مثلا) عليه إخطار اللاعب بذلك، ومن المناسب فى هذه الحالة توضيح الأمر للمسئول عن تزويده بالطعام حتى يتخذ الإجراء الوقائى والتنفيذى الملائم.

- الخطوة الثانية: التدخل:

تحتاج عملية التدخل فى خطة تغذية اللاعب إلى تحليل حجم نشاط وحركة اللاعب، كما أنه من المهم كذلك تقرير الاستمرار فى البرنامج الغذائى المحدد أو تعديله

www.hollanduniversity.org

أو إيقافه، كما ينبغى محاولة استخدام الإستراتيجيات الفردية لكل لاعب كطريقة لتدبير سلوك غذائى معين قابل للتغير وليس على أساس التغيير طويل المدى.

ينبغى أن يعلم المدرب بأن التدخل يكون مؤثرا بدرجة ممتازة لدى اللاعبين الذين لديهم رغبة وحافز جيدين للتغيير فى السلوكيات الغذائية، أما الذين لا يرون فى ذلك جدوى أو أهمية فسوف يكون من الصعب نجاح إستراتيجيات التدخل بالنسبة لهم، ويتوقف ذلك على مهارة المدرب فى المراحل السابقة لخطة التغذية وكذلك على سماته الشخصية وعلاقته الارتباطية بلاعبيه.

- الخطوة الثالثة: الإحالة:

عندما يمكن الوقوف على مشكلة غذائية معينة يصعب حلها بالنسبة للمدرب، ينبغى حينئذ الرجوع إلى الإخصائى المناسب أو الهيئة الاستشارية المختصة بالتغذية، ففى حين لا تحتاج العملية إلى أكثر من الاستشارة المباشرة من قبل اللاعب للإخصائى، فقد تقتضى الضرورة بالنسبة للاعبين الناشئين أو ممن هم دون سن البلوغ أن تكون الإحالة من خلال ذويهم أو أولياء أمورهم.

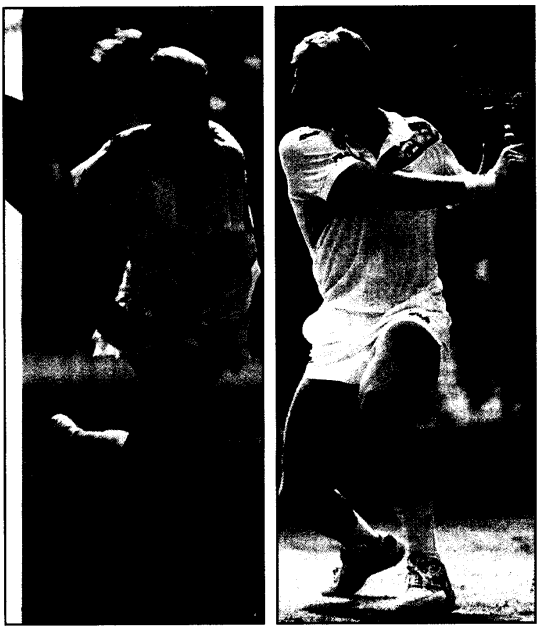
مما تقدم يمكن إدراك أحد الجوانب المهمة اللازمة لإعداد المدربين وتأهيلهم فى جانب التغذية للرياضيين، بحيث يكون المدرب على وعى كامل ودراية جيدة لأسس تغذية اللاعب وفقا لنوع الرياضة التى يمارسها ومقومات النجاح للبرنامج الغذائى الذى يمكن اللاعب من الأداء الجيد، كذلك يتبين دور المدرب فى الجوانب التكميلية لخطة وبرنامج التدريب، هذا مع الأخذ فى الاعتبار ضرورة الرجوع إلى الجهات المختصة ببرامج التغذية فى الوقت المناسب، وعندما تقتضى الضرورة، وكذا لدعم النواحى الخاصة بالتثقيف الغذائى للاعبين وتقديم الاستشارات الغذائية والصحية اللازمة لهم.

www.hollanduniversity.org

الفصل السادس

نظريات وتطبيقات استخدام الطاقة فى المجال الرياضى

Theories and Applications in Using Energy in Sports Domin



www.hollanduniversity.org

مقدمة:

يحتاج جسم الإنسان إلى الطاقة التى تكفل له القيام بوظائفه الحيوية المتعددة، ويحصل الإنسان على الطاقة من خلايا الغذاء الذى يتناوله ليمر بعمليتى الهضم والامتصاص، ثم تحدث من خلال الجسم مجموعة كبيرة من التفاعلات الكيميائية تصل إلى مئات الأنواع تشكل فى مجموعها ما يعرف بعمليات الأيض أو التمثيل الغذائى Metabolism، وهناك نوعان أساسيان من هذه العمليات هما: الأيض التهديمى Catabolism الذى تتكسر خلاله جزئيات الطعام التى امتصت فى الأمعاء الرفيعة وانتقلت إلى خلايا الجسم بواسطة الدم إلى جزيئات أصغر وأدق حجما لتمر بمجموعة من التفاعلات الكيميائية وتتحرر من خلالها الطاقة، والنوع الآخر من عمليات الأيض هو الأيض البنائى Anabolism والذى يشتمل على بناء مركبات معقدة من مواد بسيطة خلال تفاعلات كيميائية تستهلك فيها طاقة معينة، ولا يوجد انفصال بين الأيض التهديمى والبنائى لأنهما متداخلان، فلا يتم الأيض البنائى الذى يحتاج إلى طاقة دون حدوث الأيض التهديمى الذى ينتج هذه الطاقة... وهكذا.

ويعد إنتاج الطاقة فى جسم الإنسان من الموضوعات ذات الأهمية الكبيرة فى مجال دراسة فسيولوچيا الجهد البدنى والحركة لارتباط إنتاج الطاقة بنشاط عضلات الجسم وخاصة العضلات الإرادية، ومن ثم وجب التطرق لتناول موضوع الطاقة كأحد الموضوعات الرئيسة فى هذا الكتاب.

تعريف الطاقة: The Consept of Energy

تعرف الطاقة بأنها: الجهد أو القوة أو الحيوية أو إمكانية القيام بعمل أو شغل معين Work، وتحديدا تعرف الطاقة بأنها: الكفاءة لأداء عمل The Capacity to Do Work، وتتميز الطاقة بأنها لا تفنى ولكنها تتحول من صورة إلى أخرى من صور الطاقة، كما أنها لا تستحدث من العدم، أى أنه بالضرورة يكون لها مصدر معين.

وتقاس كمية الطاقة التى يستهلكها الجسم، وكذا الطاقة المتوافرة فى المواد الغذائية بوحدة قياس تعرف بالكيلو كالورى Kilocalorie وهذه الوحدة تمثل مقدار ١٠٠٠ من السعيرات الحرارية التى تستخدم فى مجال دراسة العلوم الفيزيائية، أما فى علوم التغذية

www.hollanduniversity.org
فتستخدم وحدة الكيلو كالورى كمرادف للكلمة السعر الحرارى، ويعرف السعر الحرارى بأنه: كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلوجرام واحد من الماء درجة واحدة مئوية.

الطاقة المكتسبة والطاقة المفقودة (المستهلكة):

كما ذكرنا فإن الجسم يحصل على الطاقة من خلال الغذاء الذى يتناوله وبخاصة العناصر الغذائية: الدهنية والكربوهيدراتية ثم البروتين - حسب تميزها فى احتواء الطاقة - ويفقد الجسم الطاقة لكى تقوم الأجهزة الحيوية الداخلية بوظائفها المتنوعة وحتى يحافظ الجسم على حرارته الداخلية الاعتيادية، كما تفقد طاقة الجسم فى القيام بأعباء الحياة اليومية وممارسة أنواع الحركة والنشاط.

وتختلف مستويات إنتاج الطاقة تبعا لمقدار الجهد المطلوب، حيث يمكن أن ينتج الإنسان طاقة تعادل ١,٢ سعر حرارى فى الدقيقة فى حالة الراحة، ويمكن لهذا المقدار أن يتضاعف ليصل إلى حوالى ٢٠ سعرا فى الدقيقة عند أداء النشاط البدنى، كما تختلف معدلات استهلاك السعرات الحرارية تبعا لمدى قوة وسرعة العمل العضلى نفسه، ففى المشى يستهلك الفرد حوالى ٥ سعرات فى الدقيقة، تزداد إلى ١٠ سعرات فى حالات الهرولة ثم إلى حوالى ٢٠ سعرا فى حالة الجرى، كما ترتبط إنتاجية الطاقة بعدة عوامل أخرى كحجم الجسم من حيث الطول والوزن فتزداد الطاقة الناتجة كلما زاد حجم الجسم، وعموما يمكن تقسيم مستويات إنتاج الطاقة إلى ثلاثة مستويات كما يلى:

١- طاقة التمثيل الغذائى الأساسى (القاعدى) Basal Metabolism

وهى مقدار الطاقة المستهلكة فى حالة الراحة الكاملة للعضلات وقبل تناول الطعام وعندما تكون درجة حرارة البيئة المحيطة ٢٠-٢٢ درجة مئوية، وتستخدم هذه الطاقة لقيام أجهزة الجسم المختلفة بوظائفها الأساسية، كقيام الجهاز الهضمى بعملية الهضم، وكذلك عمليات تنظيم الحرارة للاحتفاظ بثبات درجة حرارة الجسم وقيام الجهاز الدورى بتوزيع الدم على جميع أجزاء الجسم وإلى غير ذلك من وظائف الأجهزة الأخرى.

٢- الطاقة خلال الراحة النسبية:

ويقصد بذلك كمية الطاقة التى تزيد على مستوى التمثيل الغذائى الأساسى، وهذه الطاقة يستخدمها الجسم فى حالة الراحة النسبية لأداء احتياجاته الحركية البسيطة

www.hollanduniversity.org

كالاحتفاظ بأوضاع الجسم وزيادة درجة حرارته فى حالة الجو البارد لتتضاعف حوالى ٣-٤ مرات أكثر من مستوى التمثيل الغذائى الأساسى، وتزداد الطاقة فى الراحة النسبية خلال عمليات الاستشفاء بعد أداء النشاط البدنى، كما تتغير تبعا لردود الأفعال الانعكاسية مثل تأثير الضوضاء وحالة ما قبل المنافسات الرياضية.

٣- الطاقة أثناء النشاط البدنى:

يقصد بالنشاط البدنى جميع الأعمال البدنية التى يقوم بها الفرد خلال حياته اليومية، وعندها يزداد مقدار متطلبات الطاقة عنه فى حالة الراحة النسبية، وعلى هذا الأساس يشمل النشاط البدنى متطلبات المهنة والنشاط الرياضى وغيرها من الأعمال البدنية التى تتطلب نوعا من الجهد.

وتضم الطاقة الناتجة كلا من التمثيل الغذائى الأساسى باعتبارها الطاقة الأساسية الضرورية لحياة الإنسان بالإضافة إلى مقدار الطاقة اللازمة لأداء المهنة أو النشاط الرياضى ولا يحتاج النشاط الذهنى إلى قدر كبير من الطاقة.

وتختلف كمية الطاقة الكلية للأشخاص تبعا لاختلاف نوعية النشاط البدنى المبذول خلال ٢٤ ساعة وفقا لما هو موضح بالجدول التالى:

جدول (٩)

احتياجات الجسم من الطاقة اليومية تبعا لنشاط الفرد

م	طبيعة نشاط الفرد	احتياجات الطاقة اليومية (سعر حرارى)
١	الأفراد الذين لا يقومون بأعمال بدنية كبيرة، ويكون اعتمادهم على العمل الذهنى.	٢٢٠٠ - ٣٠٠٠
٢	الأفراد الذين يحتاجون إلى بذل جهد بدنى متوسط فى عملهم المهنى.	٢٣٥٠ - ٣٢٠٠
٣	الأفراد الذين يحتاجون إلى بذل جهد بدنى أكبر.	٢٩٠٠ - ٣٩٩٠
٤	الأفراد الرياضيون.	٤٥٠٠ - ٥٠٠٠

www.hollanduniversity.org

مصادر الطاقة اللازمة للانقباض العضلى:

يعتبر مركب ثالث فوسفات الأدينوسين Adenosin Triphosphate والذى يرمز له بالرمز ATP هو المصدر المباشر للانقباض العضلى، حيث إنه عند تحلل هذا المركب إلى ثانى فوسفات الأدينوسين ADP والفوسفات اللاعضوية PI يعطى طاقة تساعد على حدوث عملية التقلص، ويوجد ATP فى العضلات الهيكلية بنسبة ٢٥ , ٠٪، لذا تستطيع العضلة تحت ظروف لاهوائية (أى فى حال عدم توافر الأكسجين) القيام بعدد من الانقباضات حتى يستنفد جميع ATP الموجود فى العضلة، وبالإضافة إلى هذا المركب يوجد فى العضلة مركب فوسفاتى آخر ذو طاقة عالية هو فوسفات الكرياتين Creatin phosphate (CP) الذى يمكنه أن يعطى مجموعته الفوسفاتية إلى ثنائى فوسفات الأدينوسين ADP ليتحول إلى ATP مرة أخرى، بينما يتحول فوسفات الكرياتين CP إلى الكرياتين C ويحدث هذا النوع من التحول أثناء راحة العضلات وعند توافر كمية كافية من الأكسجين.

إن كمية فوسفات الكرياتين محدودة كذلك حيث تبلغ حوالى ٥ , ٠٪ فى العضلات، لكنه يكون بالإمكان إعادة تكوين CP وكذلك ATP تحت ظروف توافر الأكسجين بواسطة تمثيل الجليكوجين والجلكوز إلى ماء وثانى أكسيد الكربون، وعلى ذلك يكون مصدر الطاقة النهائية للانقباض العضلى هو الجليكوجين الذى يوجد بنسبة ١٪ تقريبا من وزن العضلات بالإضافة إلى تجدد تكوينه بشكل مستمر داخل الألياف العضلية.

عموما يمكن استخلاص أن مصدر الطاقة اللازمة للانقباض العضلى هو ATP الذى يعاد تكوينه عند عدم توافر الأكسجين إما باستخلاص الطاقة من تحلل الجليكوجين أو الجلكوز، حيث يتحول جزئ الجلكوز إلى جزيئين من حامض البيروفيك Pyruvic Acid من خلال المعادلة التالية:

$$\text{Glocose} + 2\ \text{ADP} + 2\ PO_4 \longrightarrow 2\text{Pyruvic Acid} + 2\text{ATP} + 4\ \text{Lactic Acid}$$

ثم يتحول حامض البيروفيك الناتج عند تراكمه إلى حامض اللاكتيك Lactic Acid كما يمكن أن تستمد مصادر الطاقة من خلال فوسفات الكرياتين، ولكن فى حال

www.hollanduniversity.org
توافر الأكسجين فإنه يعاد تكوين كل من ATP وCP بحرق الجليكوجين أو الجلوكوز وتحويله إلى ماء وثانى اكسيد الكربون من خلال دورة كربس Krebs Cycle.

توازن مواد الطاقة أثناء المجهود والراحة:

تتميز الخلايا العضلية باحتفاظها بحالة من التوازن Equilibrium بين مكونات الطاقة المتمثلة فى ثلاثى فوسفات الأدينوسين ATP و الفوسفو كرياتين CP وثنائى فوسفات الأدينوسين ADP بحيث يكون هناك تركيز معين لكل مركب من هذه المكونات الثلاث تحت ظروف فسيولوجية معينة، وعند تغير هذه الظروف تتغير نسب هذه المكونات الواحدة على حساب الأخرى، فمثلا عند قيام اللاعب بأداء مجهود بدنى قوى ومجهد ينخفض تركيز كل من ATP وCP فى حين يرتفع تركيز كل من ADP وC ويحدث عكس هذا التركيز فى حال حصول اللاعب على الراحة.

الرياضة ونظم إنتاج الطاقة:

طبقا لطبيعة الألعاب الرياضية وخصائصها، تحتاج بعض الرياضات إلى نوع من الطاقة السريعة التى تنتج بكمية فى الجسم خلال فترة زمنية قصيرة مثل رياضات العدو السريع والوثب والرمى، وهناك رياضات تحتاج إلى نوع من الطاقة التى يمكن أن تستمر لفترة زمنية طويلة، كرياضات الجرى، سباحة المسافات الطويلة، التجديف والدراجات، غير أن معظم الأنشطة الرياضية تكاد تجمع بين نوعى الطاقة معا.

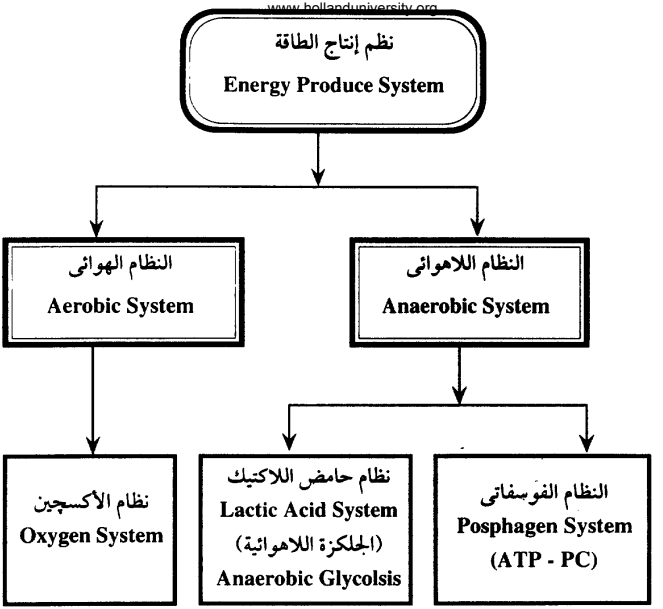
وتنقسم نظم إنتاج الطاقة عند أداء الجهد البدنى إلى قسمين أساسين هما:

١ ـ النظام اللاهوائى.

٢ ـ النظام الهوائى.

ويندرج تحت كل قسم منهما بعض الأنظمة الفرعية، ويمكن توضيح ذلك من خلال الشكل التالى:

www.hollanduniversity.org



شكل (٢٩)
تقسيم نظم إنتاج الطاقة

أولا: النظام اللاهوائى للطاقة: Anaerobic System

يتـأسس هذا النظام على إطلاق الطاقة دون اسـتخـدام الأكسـچين (لاهوائـيا)، وينقسم هذا النظام بدوره إلى نظامين فرعيين هما:

أ - النظام الفوسفاتى: Phosphagen System

يعتبـر المركب العضوى **ثلاثى فوسفـات الأدينوسين** Adenosine Triphospate المصدر المباشر للانقباض العضلى وهو من المركبات الفوسفاتية ذات الطاقة العالية High Energy Phosphate Compounds كما يعـتبر فوسـفات الكرياتين PC من المركبات

www.hollanduniversity.org
الكيميائية الغنية بالطاقة، ويوجد هذا المركب فى الخلايا العضلية مثله فى ذلك مثل ثلاثى فوسفات الأدينوسين، وعند انشطاره تتحرر كمية كبيرة من الطاقة تعمل على استعادة بناء ATP المصدر المباشر لها، حيث يتم استعادة مول Mole-ATP مقابل انشطار مول من فوسفات الكرياتين، ويمكن توضيح ذلك من خلال المعادلتين التاليتين:

١- ثلاثى فوسفات الأدينوسين ⟵ ثنائى الأدينوسين + فوسفات عضوى+ طاقة

$$ATP \longrightarrow ADP + Pi + E$$

٢- فوسفات الكرياتين + ثنائى فوسفات الأدينوسين ⟵

ثلاثى فوسفات الأدينوسين + كرياتين

$$PC + ADP \longrightarrow ATP + C$$

إن الكمية الكلية لمخزون ATP و PC فى العضلة قليلة جدا وهى تقدر بحوالى ٠,٣ مول فى السيدات و٠,٦ مول فى الرجال، وهذا بالتالى يحد من إنتاجية الطاقة بواسطة هذا النظام، فيكفى أن يعدو اللاعب ١٠٠ متر بأقصى سرعة لينتهى مخزون ATP - PC غير أن القيمة الحقيقة لهذا النظام تكمن فى سرعة إنتاج الطاقة أكثر من وفرتها.

ب - نظام حامض اللاكتيك، Lactic Acid System

يعتمد هذا النظام أيضا على إعادة بناء ATP لاهوائيا بواسطة عملية الجلكزة اللاهوائية Anaerobic Glycolysis، ويختلف هنا مصدر الطاقة حيث يكون مصدرا غذائيا يأتى من التمثيل الغذائى للكربوهيدرات التى تتحول إلى صورة بسيطة فى شكل سكر جلوكوز يمكن استخدامه مباشرة لإنتاج الطاقة، كما يمكن أن يخزن فى الكبد أو العضلات على هيئة جليكوجين لاستخدامه فيما بعد.

وعند استخدام الجليكوجين أو الجلوكوز لإنتاج الطاقة فى غياب الأكسجين، فإن ذلك يؤدى إلى تراكم حامض اللاكتيك فى العضلة والدم، وهذا بدوره يساعد على ظهور التعب العضلى عند زيادته. وتتم استعادة بناء ATP من خلال الانشطار الكيميائى للجليكوجين ليمر بعدة تفاعلات كيميائية حتى يتحول إلى حامض اللاكتيك، وخلال ذلك تتحرر الطاقة اللازمة لإعادة بنائه.

www.hollanduniversity.org

ومن عيوب نظام حامض اللاكتيك قلة كمية ATP التى يمكن استعادتها من انشطار السكر مقارنة بحالة إتمام التفاعلات الكيميائية فى وجود الأكسجين، حيث إن كمية من الجليكوجين مقدارها ١٨٠ جراما تؤدى إلى استعادة بناء ٣ مول ATP فقط فى حالة غياب الأكسجين (لاهوائى) بينما تؤدى نفس هذه الكمية إلى استعادة بناء ٣٩ مول ATP فى حالة وجود الأكسجين (هوائى) ويتميز استخدام نظام حامض اللاكتيك فى إنتاج الطاقة بسرعة إمداد العضلة بالمصدر المباشر للطاقة ATP .

ثانيا: النظام الهوائى للطاقة (نظام الأكسجين): Aerobic (Oxgen) System

يتميز هذا النظام عن النظامين السابقين لإنتاج الطاقة بوجود الأكسجين كعامل فعال خلال التفاعلات الكيميائية لاعادة بناء ATP وكما ذكرنا فإنه فى وجود الأكسجين يمكن استعادة بناء ٣٩ مول ATP بواسطة التكسير الكامل لجزىء من الجليكوجين ويتكسر إلى ثانى اكسيد الكربون وماء، وتعتبر هذه أكبر كمية لأعادة بناء ATP ومثل هذا يتطلب مئات التفاعلات الكيميائية ومئات من النظم الأنزيمية التى تزيد فى تعقيدها بدرجة كبيرة عن إنتاج الطاقة اللاهوائى فى النظامين السابقين، ويتم نظام الأكسجين فى داخل الخلية العضلية، ولكن فى حيز محدد هو الميتوكوندريا Mitochondria .

وتختلف الجلكزة الهوائية عن الجلكزة اللاهوائية فى أنها لا تتم إلا فى وجود الأكسجين مما يعمل على عدم تراكم حامض اللاكتيك وفى نفس الوقت فإنه يعاد بناء جزيئات ثلاثى فوسفات الادينوسين.

وخلال الجلكزة الهوائية ينشطر جزىء الجليكوجين إلى جزيئين من حامض البيروفيك، وبذلك تتوافر كمية كافية من الطاقة لاعادة بناء ٣ مول من ATP ويتم بعد ذلك استمرار حامض البيروفيك خلال سلسلة تفاعلات كيميائية تسمى «دائرة كربس» نسبة إلى العالم «السير هانس كربس» Sir Hans Krebs والذى نال جائزة نوبل بفضل هذا الاكتشاف عام ١٩٥٣، وتعرف أيضا باسم دائرة حامض تراى كابوكسيليك، وكذلك باسم دائرة حامض ستريك Citric Acid وهناك تغيران أساسيان يحدثان خلال هذه الدورة:

١- إنتاج ثانى أكسيد الكربون.

٢- الأكسدة بمعنى عزل الإلكترونيات.

www.hollanduniversity.org

وينتقل ثانى أكسيد الكربون إلى الدم الذى يحمله إلى الرئتين ليتخلص الجسم منه، بينما تتم عملية الأكسدة بعزل الإلكترونيات فى شكل ذرات الهدروچين (H) عن ذرات الكربون التى يتكون منها حامض البيروفيك وكذلك الجليكوجين.

ويستمر التحويل النهائى للجليكوجين حتى يأخذ الشكل النهائى له فى صورة ماء بواسطة أيونات الهدروچين والإلكترونيات التى عزلت بواسطة دائرة كربس وأكسچين هواء التنفس وتسمى سلسلة التفاعلات الكيميائية التى تشكل الماء نظام النقل الإلكترونى أو السلسلة التنفسية.

وخلال العرض السابق تم مناقشة النظام الهوائى لإنتاج الطاقة بواسطة تكسير الجليكوجين فقط، إلا أنه يوجد نوعان آخران من المواد الغذائية (الدهون- البروتينات) يمكن أن تنشطرا بالنظام الهوائى لتتحولا إلى ثانى أكسيد الكربون والماء مع إنتاج الطاقة اللازمة لإعادة بناء ATP غير أن البروتين عادة لا يستخدم كمصدر للطاقة إلا فى ظروف ضيقة للغاية؛ لذا فإن التركيز فقط سيكون على المواد الدهنية التى يتم تحويلها إلى أحماض دهنية تدخل ضمن دائرة كربس ونظام التحول الإلكترونى لإنتاج الطاقة، غير أن أكسدة الدهون تتطلب كمية أكسچين كبيرة حيث تبلغ كمية الأكسچين اللازمة لإعادة بناء مول ATP حوالى ٣,٥ لتر إذا كان مصدر الطاقة هو الجليكوجين، بينما تبلغ كمية الأكسچين ٤ لترا فى حالة ما إذا كان مصدر الطاقة هو الدهون، ويلاحظ أننا نستهلك أثناء الراحة ما بين ٢٠٠ إلى ٣٠٠ ملليتر أكسچين فى الدقيقة، وبذلك فإننا نعيد بناء جزىء ATP الذى يحتاج إلى ٣,٥ أو ٤ لتر خلال ١٢-٣٠ دقيقة، ولكن سرعة إعادة مول ATP تزيد مع زيادة سرعة استهلاك الأكسچين والتى تحدث أثناء النشاط الرياضى، حيث يمكن إعادة بناء جزىء ATP كل دقيقة لدى معظم الأشخاص، بينما يمكن زيادة هذه الكمية إلى ١,٥ مول ATP كل دقيقة لدى اللاعبين المدربين على أنشطة التحمل، ولا يؤدى استخدام النظام الهوائى إلى حدوث التعب نتيجة لوجود مخلفات مثل حامض اللاكتيك، وبالطبع فإن هذا النظام يصلح عند الحاجة إلى إنتاج ATP لفترة طويلة مثل أنشطة التحمل، وعلى سبيل المثال فإن اللاعب يحتاج إلى ١٥٠ مول ATP خلال ٢,٥ ساعة ليتمكن من إنتاج الطاقة اللازمة لجرى سباق الماراثون (٤٢,٢ كيلومتر).

ومما سبق يمكن تلخيص خصائص نظم الطاقة الثلاثة فى الجدول التالى:

www.hollanduniversity.org

جـدول (١٠)

خصائص نظم إنتاج الطاقة

الخصائص	النظام الفوسفاتى	نظام حامض اللاكتيك	نظام الأكسجين
استخدام الأكسجين	لا يستخدم الأكسجين	لا يستخدم الأكسجين	هوائى يستخدم الأكسجين
سرعة إنتاج الطاقة	الأسرع	سريع	بطىء
مصادر الطاقة	كرياتين الفوسفات	الجليكوجين	الجليكوجين والدهون
إنتاج ATP	محدود جدا (ضئيل)	محدود	غير محدود (كبير)
عدد مولات ATP فى الدقيقة	٣,٦ فى الدقيقة	١,٦	١,٠
التعب نتيجة المخلفات	لا يوجد	يوجد بسبب اللاكتيك	لا يوجد
الفترة الزمنية	أقل من ٣٠ ثانية	من ١ - ٣ دقائق	أكثر من ٣ دقائق
نماذج الأنشطة والألعاب الرياضية	ألعاب القوة والسرعة	ألعاب تحمل السرعة وتحمل القوة	أنشطة وألعاب التحمل

تقسيم الأنشطة الرياضية وفقا لاحتياجات الطاقة:

فى جميع الأنشطة الرياضية تقريبا يستخدم كلا نظامى إنتاج الطاقة (اللاهوائى والهوائى)، إلا أنه وفقا للشكل الغالب على طبيعة الأداء وما يقابله من نظام الطاقة الأساسى المستخدم، يمكن تقسيم الأنشطة الرياضية إلى ما يأتى:

١- الأنشطة اللاهوائية. ٢- الأنشطة الهوائية.

٣- الأنشطة التى تجمع بين النوعين السابقين.

أولا: الأنشطة اللاهوائية: Anaerobic Activities

وتتضمن الرياضات ذات فترة الدوام القصيرة والشدة العالية كسباقات العدو ١٠٠م والسباحة القصيرة وألعاب الوثب والرمى وغيرها من الرياضات التى لا تزيد فترة أدائها عن ٣٠ ثانية، وخلال هذه الأنشطة يكون مصدر الطاقة الأساسى هو ثلاثى فوسفات الأدينوسين - الفوسفوكرياتين ATP - PC.

www.hollanduniversity.org

ثانيا: الأنشطة الهوائية: Aerobic Activities

وتشمل الأنشطة ذات فترة الدوام الطويلة والشدة المنخفضة أو الأقل عن المتوسطة، حيث تطول فترة الأداء لأكثر من ثلاث دقائق وفيها يكون الاعتماد على الأكسجين بشكل أساسى لإنتاج الطاقة، كما يمكن أن يساهم نظام حامض اللاكتيك والنظام الفوسفاتى أيضا فى بداية أداء هذه الأنشطة، إلا أن الشكل الغالب كما اتفقنا هو أساس عملية التقسيم. ومن أمثلة تلك الأنشطة جرى الماراثون والمسافات الطويلة فى السباحة وألعاب القوى واختراق الضاحية وكرة القدم.

ثالثا: الأنشطة الرياضية التى تجمع بين النوعين السابقين:

ويتمثل الشكل الغالب على أداء تلك الأنشطة فى الجهد البدنى ذى فترة الدوام المتوسطة كشكل أساسى، كما يمكن أن يساهم نظامى إنتاج الطاقة الأخرى (الفوسفاتى ـ الأكسجين) فى أجزاء من هذه الأنشطة، وتتضمن هذه النوعية معظم الأنشطة الرياضية كالعاب كرة السلة وكرة اليد والسلاح وعدو ٢٠٠، ٤٠٠، ٨٠٠ متر والجمباز وجولات الملاكمة.

ويمكن تقسيم الأنشطة الرياضية وفق زمن الأداء اللازم لكل منها، ونوع الحاجة إلى نظم الطاقة، ويوضح جدول (١١) نموذجا لذلك.

جدول (١١)

استخدامات نظم الطاقة وفق زمن أداء الأنشطة البدنية

مجموعات الأنشطة	زمن الأداء	نظام الطاقة	نماذج الأنشطة الرياضية
المجموعة الأولى	أقل من ٣٠ ثانية	النظام الفوسفاتى	دفع الجلة - ١٠٠ متر عدو - ضربات الكرة والتنس - الجرى بالكرة - الوثب بأنواعه.
المجموعة الثانية	من ٣٠ ثانية إلى ١,٥ دقيقة	النظام الفوسفاتى + نظام حامض اللاكتيك	٢٠٠ متر و ٤٠٠ متر عدو - ١٠٠ متر سباحة.
المجموعة الثالثة	أكثر من ١,٥ - ٣ دقائق	حامض اللاكتيك والأكسجين	٨٠٠ متر جرى - الجمباز - الملاكمة والمصارعة.
المجموعة الرابعة	أكثر من ٣ دقائق	الأكسجين	كرة القدم - اختراق الضاحية - الماراثون - الدراجات.

www.hollanduniversity.org

وفى إطار الألعاب الرياضية الجماعية كالعاب الكرة، يوجد اختلافات وفروق فردية متباينة بين احتياجات اللاعبين لنظم الطاقة حسب مراكزهم فى اللعب والأدوار التى توكل إليهم وبالتالى طبيعة المجهود الذى يقومون به، ففى رياضة كرة القدم مثلا يختلف الاحتياج لنظم الطاقة لدى المهاجمين والمدافعين Forwards and defense عنه لدى حراس المرمى Goalies فى نفس اللعبة، وينطبق القول على رياضة هوكى الجليد Ice Hockey وغيرها من الألعاب الجماعية الأخرى، وفى الألعاب الفردية كالسباحة والعاب القوى (الميدان والمضمار) يظهر بشكل جلى مدى الفردية والتخصص فى الاحتياج إلى نظم الطاقة لدى اللاعبين، ففى حين يحتاج أداء لاعبى عدو ١٠٠، ٢٠٠ متر إلى نظام الطاقة الفوسفاتى ATP -PC بنسبة ٩٨٪ يحتاج أداء سباق اختراق الضاحية لمسافة ستة أميال ٦ miles Cross - Country إلى نسبة من هذا النظام للطاقة لا تتجاوز مقدار ٥ ٪ فقط، كما يحتاج أداء سباق الماراثون Marathon إلى استخدام نظام الطاقة الأكسجينية (النظام الهوائى) بنسبة مقدارها ٩٥٪، ويوضح جدول (١٢) الاحتياجات لنظم الطاقة فى العاب رياضية مختلفة.

ولكى يكون المدرب على دراية جيدة بنسب مساهمات نظم الطاقة فى رياضته التخصصية لبناء برنامج التدريب الفردى والجماعى للاعبيه، عليه القيام بعمل دراسة لحجم النشاط والحركة للاعبين فى مراكزهم المختلفة، وذلك فيما يعرف بتحليل الوقت والحركة TMA، ونسوق فيما يلى توضيحا لهذه الطريقة:

- دراسة تحليل الوقت والحركة: Time Motion Analysis (TMA) لأنظمة الطاقة السائدة:

يكون من المهم جدا بالنسبة للمدرب الوقوف على طبيعة اللعبة التى يقوم فيها بمهمة التدريب، ومتطلبات هذه اللعبة من حيث نظم الطاقة السائدة وعناصر الإعداد البدنى المطلوبة للأداء المتميز بها، وتعتبر دراسات الوقت والحركة من الجوانب العلمية الضرورية للنجاح فى هذا الموضوع.

www.hollanduniversity.org

جدول (١٢)

نظم الطاقة السائدة فى ألعاب رياضية مختلفة

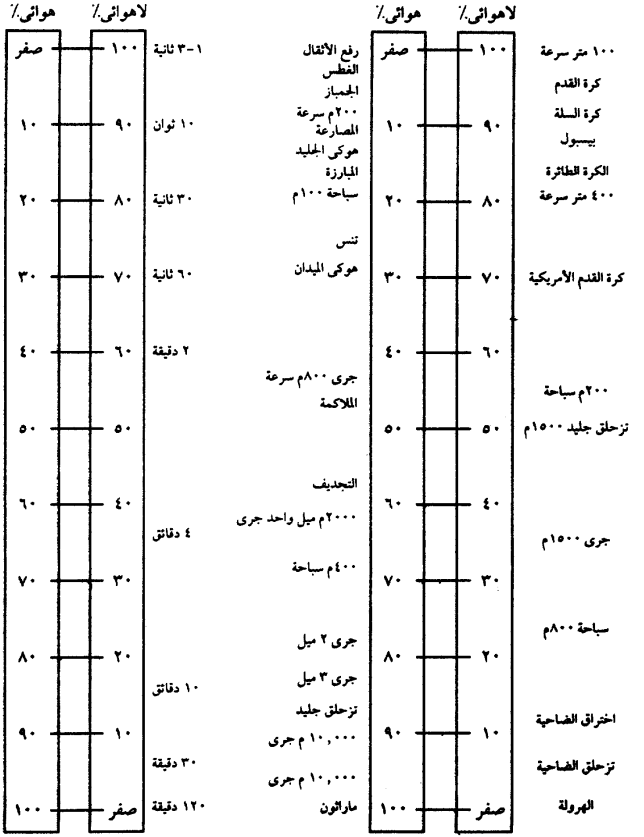
The Predominant Energy Systems of Different Sports

	الرياضات أو النشاط الرياضى Sport Or Sport Activity	النسبة المئوية وفقا لأنظمة الطاقة		
		السرعة ATP-CP	لاهوائى (حمض الاكتيك) Lactic Acid	هوائى (أكسچين) Oxygen
١	بيسبول Baseball	٨٠	٢٠	–
٢	كرة السلة Basketball	٨٥	١٥	–
٣	المبارزة Fencing	٩٠	١٠	–
٤	هوكى الميدان Field Hockey	٦٠	٢٠	٢٠
٥	كرة القدم Foot ball	٩٠	١٠	–
٦	جولف Golf	٩٥	٥	–
٧	جمباز Gymnastics	٩٠	١٠	–
٨	هوكى الجليد Ice Hockey			
	-المهاجمون، المدافعون ، Forwards Defence	٨٠	٢٠	–
	- حارس المرمى Goalie	٩٥	٥	–
٩	التجديف Rowing	٢٠	٣٠	٥٠
١٠	التزحلق Skiing			
	القفز- المنحدر Jumping-downhill	٨٠	٢٠	–
	اختراق الضاحية Croos-Country	–	٥	٩٥
	التزحلق الترويحى Pleasure Skiing	٣٤	٣٣	٣٣
١١	السباحة والغطس Swimming and diving			
	- الغطس، سباحة ٥٠ ياردة*	٩٨	٢	–
	- سباحة ١٠٠ ياردة.	٨٠	١٥	٥
	- سباحة ٢٠٠ ياردة.	٣٠	٦٥	٥
	- سباحة ٤٠٠-٥٠٠ ياردة	٢٠	٤٠	٤٠
	- سباحة ١٥٠٠-١٦٥٠ ياردة	١٠	٢٠	٧٠
١٢	التنس Tennis	٧٠	٢٠	١٠
١٣	العاب الميدان والمضمار Track and Field			
	-١٠٠، ٢٢٠ ياردة.	٩٨	٢	–
	- مسابقات الميدان Field events	٩٠	١٠	–
	٤٤٠ ياردة (٤٠٠ متر)	٨٠	١٥	٥
	٨٨٠ ياردة (٨٠٠ متر)	٣٠	٦٥	٥
	١ ميل	٢٠	٥٥	٢٥
	٢ ميل	٢٠	٤٠	٤٠
	٣ ميل	١٠	٢٠	٧٠
	اختراق ضاحية ٦ أميال	٥	١٥	٨٠
	ماراثون Marathon	–	٥	٩٥
	الكرة الطائرة Volleyball	٩٠	١٠	–
	مصارعة Wresting	٩٠	١٠	–

* نقلا عن شيفر (Shaver,1981)

* الياردة (YD) = ٠,٩١ متر = ٩١,٤ سنتيمتر

www.hollanduniversity.org



شكل (٣٠)

مساهمة الإنتاج اللاهوائى والهوائى لمركب ATP فى رياضات متنوعة

نقلا عن: Powes & Howley, 2001, p44.

www.hollanduniversity.org

ولكى يتعرف المدرب على احتياجات الطاقة الخاصة باللاعب وفقا للمهارات الحركية التى يتطلبها اللعب أو النشاط، عليه تحليل ووصف نشاط اللاعب من حيث:

١ ـ مساحة الملعب ككل.

٢ ـ المساحة الفعلية التى يتحرك فيها اللاعب.

٣ ـ الوقت الذى يستمر فيه اللاعب فى أداء الحركة أو النشاط، مثل: الاستحواذ على الكرة والتحرك بها للأمام أو لعمل محاورة للمنافس.

٤ ـ نوعية الحركات التى يقوم بها اللاعب: عدو سريع ـ وثب ـ قفز ـ تحركات بطيئة.

٥ ـ المسافات التى يقطعها اللاعب طوال زمن المباراة أو الأداء.

٦ ـ الأنشطة الحركية السريعة والمتوسطة والبطيئة ـ فترات التوقف.

٧ ـ عدد تكرارات أداء اللاعب لأنشطة وحركات معينة على مدى زمن اللعب.

وتستخدم فى دراسات تحليل الوقت والحركة TMA بعض الأجهزة والأدوات مثل: أجهزة الحاسب الآلى (الكمبيوتر) ـ أوراق الرسم البيانى لتقسيم الملعب إلى مربعات أو أجزاء معينة ـ كاميرات تصوير الفيديو وأجهزة عرض الشرائط الخاصة بها ـ ساعات التوقيت Stop Watches.

خطوات دراسة وتحليل الوقت والحركة:

عند القيام بعمل دراسة لتحليل الوقت والحركة ينبغى اتباع الخطوات التالية:

١ ـ تحديد أنسب طرق اللاحظة والتحليل بما يتفق مع الإمكانات المتاحة والمهارة الشخصية للمدرب.

٢ ـ اختيار الأدوات والأجهزة المطلوب: يراعى أن استخدام أشرطة الفيديو وأنظمة التشغيل بالحركة البطيئة Slow Motion يسهل عملية قياس ورسم الحركة على الأوراق البيانية، ولكن ينبغى فى نفس الوقت ملاحظة أنه سوف يكون من الصعب تحليل الرياضات التى لا يمكن فيها رؤية جميع اللاعبين وأجزاء الملعب ككل، يمكن الاعتماد على الملاحظة المباشرة مع الاستعانة بالتسجيل على أجهزة الكمبيوتر.

www.hollanduniversity.org

٣ ـ يتم تسجيل فترات النشاط والحركة وفترات التوقف ونوع الحركات التى يقوم بها اللاعب والمسافة المقطوعة خلال الأداء، ويمكن كذلك حساب الوقت وأزمنة الأداء المتواصل والمتقطع.

٤ ـ يراعى حساب عدد مرات تكرار الحركات وترددها ويتم تسجيل ذلك فى جدول التكرارات Schedule of Repetitions كما يتم تحديد العلاقة بين تكرارات النشاط والمسافات المقطوعة أو المغطاة Distance Covered خلال الأداء وكذلك حساب وقت النشاط Time of Activity ونوع الحركات المؤداة Type of Movements ففى الألعاب الجماعية ككرة القدم مثلا تحسب حركات اللاعب السريعة للمشاركة فى الهجوم والتحركات متوسطة السرعة لنقل الكرة عبر الملعب والحركات المرصودة للدفاع عن هجوم مضاد والحركات التلقائية لمتابعة سير اللعب، عدد القفزات ضرب الكرات العالية بالرأس ـ عدد الانطلاقات بأقصى سرعة لمحاولة تسجيل هدف فى مرمى الخصم...

٥ ـ يمكن تدعيم دراسات تحليل الوقت والحركة ببعض إجراءات القياس الفسيولوجى والبدنى السابق واللاحق Pree and Post Test للنشاط والحركة مثل قياس معدلات القلب ونسب تركيز لاكتات الدم للاسترشاد بها فى وصف المجهود، وتستخدم فى ذلك بعض الأجهزة المساعدة مثل ساعات قياس النبض Pulse Watches والقياس بواسطة جهاز الراديوتليمترى Ra-diotelemetry وغيرها..

٦ ـ يتم حساب نسبة الأداء إلى نسبة التوقف من خلال الزمن؛ ويتم رسم جدول تحليل النشاط والحركة كما هو موضح بالجدول (١٣).

٧ ـ بناء على حساب أزمنة الأداء يمكن تحديد طبيعة أنظمة الطاقة المستخدمة فى اللعبة ككل أو فى النشاط المحدد الذى يقوم به اللاعب.

www.hollanduniversity.org

جدول (١٣)

نموذج تحليل النشاط والحركة

اسم اللاعب: ..... عمر اللاعب: .....

اللعبة : ..... المباراة : .....

التاريخ : ..... المستوى : .....

الوقت فى بداية التمرين	الوقت عند التوقف	مدة التمرين	مدة التوقف	نسبة التمرين إلى التوقف	كثافة التمرين	
					مرتفعة	منخفضة

استعادة استشفاء مصادر الطاقة:

يقصد باستعادة الاستشفاء Recovery استعادة تجديد مؤشرات الحالة الفسيولوجية والبدنية والنفسية للفرد بعد تعرضها لضغوط أو مؤثرات شديدة (الجهد البدنى مثلا) ويختلف هذا المصطلح عن مصطلح استعادة التأهيل Rehabilitation فى أن الأخير يعنى الاستشفاء بعد الإصابة أو المرض أو حمل التدريب الزائد Overload Training وسرعة استعادة الاستشفاء بالنسبة للاعب فى مجال التدريب الرياضى عملية لا تقل أهمية عن برامج تطوير لياقته واعداده البدنى، بل هى جزء لا يتجزأ من هذه البرامج، وعدم تمكن جسم اللاعب من استعادة مصادر الطاقة خلال أجزاء أو جرعات التدريب سوف يؤدى - لا محالة - إلى هبوط مستوى أدائه وتدنى مستواه، ويعتبر إلمام المدرب

www.hollanduniversity.org
ودرايته بالفترات الزمنية اللازمة لإستعادة الجسم مصادر الطاقة المستهلكة نتيجة التدريب أو الجهد البدنى عملية فى غاية الأهمية، حيث يمكن للمدرب فى ضوء ذلك أن يقوم بالتخطيط الجيد لبرنامجه التدريبى.

جدول (١٤)

الفترات الزمنية لاستشفاء مصادر الطاقة اللاهوائية والهوائية

عمليات الاستشفاء	فترات إعادة الاستشفاء	
	الحد الأدنى	الحد الأقصى
إعادة الاستشفاء		
مخزون الفوسفات (ATP - PC) الدين الأكسجين	٢ دقيقة	٥ دقائق
بدون اللاكتيك (المكونات السريعة)	٣ دقيقة	٦ دقائق
تعويض جليكوجين	١٠ ساعات بعد النشاط المستمر ٥ ساعات بعد النشاط المتقطع	٤٦ ساعة ٢٤ ساعة
تعويض جليكوجين الكبد	غير معروف	١٢ - ٢٤ ساعة
التخلص من حامض اللاكتيك فى الدم والعضلة	٣٠ دقيقة فى حالة تمرينات التهدئة ١ ساعة فى حالة الراحة	١ ساعة ٢ ساعة
الدين الأكسجينى اللاكتيكى المكونات البطيئة	٣٠ دقيقة	١ ساعة
تعويض مخزون الأكسجين	١٠ - ١٥ ثانية	١ ساعة

عن فوكس وآخرين: (Fox et al, 1993)

تأثير التدريب الرياضى على إنتاجية الطاقة:

يؤثر التدريب الرياضى المنتظم على إنتاجية الطاقة بالجسم حيث يؤدى إلى إحداث التغيرات التالية:

١- زيادة مخزون فوسفات الكرياتين بالعضلة مما يعمل على سرعة بناء ATP بشكل أكثر استمرارية ويقلل من حدوث التعب.

www.hollanduniversity.org

٢- يؤدى التدريب المنتظم إلى زيادة كمية مخزون الجليكوجين فى العضلات والكبدفى الوقت الذى تقل فيه كمية الجليكوجين التى تتحول إلى حامض لاكتيك نتيجة المجهود البدنى، وهذا يساعد فى تأخير ظهور التعب لدى الرياضيين.

٣- زيادة كفاءة الميتوكوندريا (مخازن الطاقة) فى إعادة بناء ATP هوائيا عن طريق استهلاك الكربوهيدرات والدهون، ومن ثم يستطيع الرياضى أن يتمكن من إنتاج معدل ١,٥ جزىء ATP فى الدقيقة الواحدة عند أداء الجهد البدنى فى حين لا يتمكن الفرد غير الرياضى من إنتاج جزىء واحد قبل ١٢ - ٢٠ دقيقة.

٤- زيادة نشاط الأنزيمات المساعدة على إنتاج الطاقة.

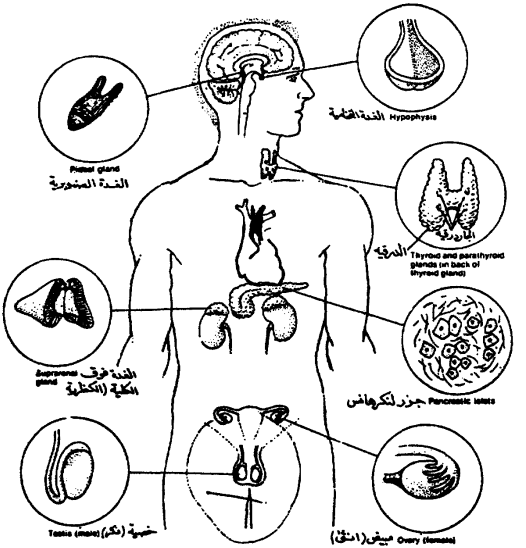
٥- تحسين اقتصادية استهلاك الطاقة وخاصة أثناء أداء المجهود البدنى.

www.hollanduniversity.org

الفصل السابع

الجهد البدنى
وفسيولوچيا الغدد الصماء

The Physical Effort
and Physiological of Endocrine Glands



www.hollanduniversity.org

تلعب الغدد الصماء Endocrine Glands دورا بالغ الأهمية فى تنسيق وتكامل الفعاليات والوظائف المختلفة لأعضاء الجسم وأجهزته المتعددة، وعلى عاتق الغدد الصماء - كما هو على عاتق الجهاز العصبى - تتم عمليات التوافق والتنسيق لأجهزة الجسم فى حالتى السكون والحركة، وفى حين يتميز التنسيق العصبى بالسرعة والدقة اعتمادا على انتقال الإشارات العصبية وتأثيراتها، فإن التنسيق الخاص بتأثيرات الغدد الصماء يكون أبطأ؛ نظرا لاعتماده على الإفرازات الكيميائية التى تنتقل بواسطة الدم إلى الأجهزة والأعضاء المسئولة عن الحركة، إلا أن تأثير الغدد الصماء يكون أكثر عمقا كما أنه يمتد لفترة زمنية أطول.

وتتميز الغدد الصماء بانتشارها الواسع المتعدد الوظائف فى جسم الإنسان، وهى عبارة عن غدد لا قنوية أى ليست لها قناة تنقل عبرها الإفرازات الكيميائية، بل إنها تصب إفرازاتها مباشرة فى الدم الذى ينقله إلى جميع أجزاء الجسم.

أنواع الغدد الصماء ووظائفها بجسم الإنسان:

تتوزع الغدد الصماء بجسم الإنسان كما هو موضح بالشكل (٣١) وتشمل هذه الغدد ما يلى:

١- الغدد النخامية Pituitary Gland:

وتقع عند قاعدة المخ ولذا تسمى أيضا غدة أسفل المخ Hypopysis وهى أهم أنواع الغدد الصماء على الإطلاق حيث تسيطر على وظائف غالبية الغدد الصماء الأخرى، كما أنها تقوم بالعديد من الوظائف الحيوية بالجسم، وتتكون الغدد النخامية من ثلاثة فصوص: فص أمامى، وفص خلفى، وفص أوسط.

٢- الغدة الدرقية Thyroid Gland:

توجد على السطح الأمامى للقصبة الهوائية أسفل الحنجرة مباشرة وتتكون من فصين: أيمن وأيسر يتصلان ببعضهما البعض بواسطة قناة، وأهم الهرمونات التى تفرزها الغدة الدرقية هرمون الثيروكسين Thyroxin.

www.hollanduniversity.org

٣- الغدد جارات الدرقية Parathyroid Gland:

وهى عبارة عن أربع غدد صغيرة الحجم توجد كل اثنتين منهما على جانب الغدة الدرقية، وتفرز الغدد جارات الدرقية هرمونا يسمى باراثرمون Parathormone يلعب دورا مهما فى تركيز أيونات الكالسيوم والفوسفات فى الدم.

٤- الغدة الكظرية (فوق الكلية) Gland The suprarenal (Adrenal)

وهى عبارة عن غدتين تقطن كل منهما فوق إحدى الكليتين، وتتكون كل غدة من جزء داخلى يسمى القشرة Cortex وجزء داخلى يسمى النخاع Medulla، ولكل من القشرة والنخاع هرمونات وتأثيرات خاصة سوف يرد شرحها لاحقا فى هذا الفصل.

٥- البنكرياس The Pancreas:

على الرغم من أن البنكرياس يعتبر غدة قنوية تفرز عصاراتها الهضمية فى قناة الهضم، إلا أنه يفرز هرمونين يصبهما مباشرة فى الدم من خلال خلايا بنكرياسية تعرف بجزر لانجرهانز Isles of langerhans؛ ولذا يعتبر البنكرياس غدة مزدوجة قنوية ولا قنوية.

٦- الغدد التناسلية:

وأهمها: الخصية Testis والمبيض Ovary.

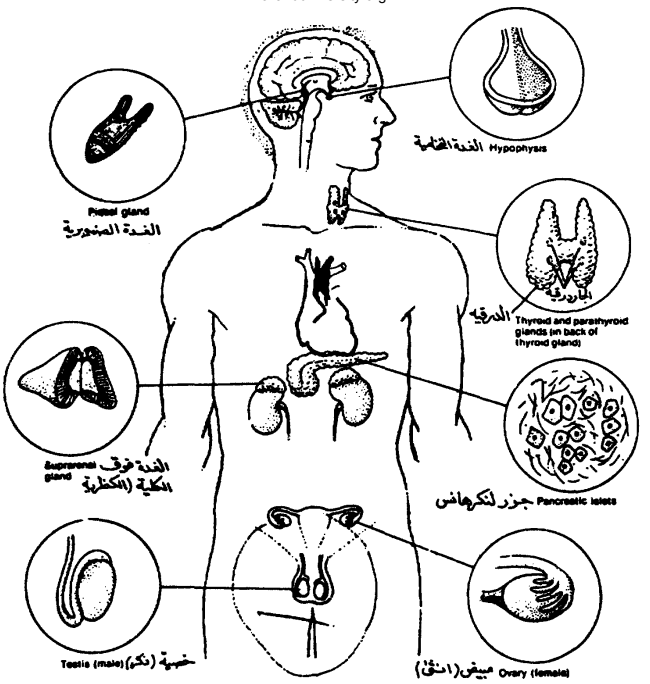
٧- الهيبوثلامس Hypothalamus:

ويعرف باسم تحت المهاد أو تحت سرير المخ وهو عبارة عن نسيج عصبى، إلا أنه يعمل كغدة صماء لها نشاطات متعددة.

٨- الغدة الثيموسية Thymus Gland:

وهى غدة توجد خلف عظم القص Sternum وتمتد فى منطقة العنق لمسافة قصيرة كما تمتد إلى قرب قاعدة القلب من ناحيتها السفلية، وهذه الغدة تبدو كبيرة الحجم لدى الأطفال وتضمر تدريجيا عند البلوغ ولا يتبقى منها سوى جسم صغير بعد ذلك، وأهم وظائفها تكوين الخلايا اللمفية كما أنها تفرز هرمونا يساعد فى عمليات النمو.

www.hollanduniversity.org



شكل (٣١)

توزيع الغدد الصماء بجسم الإنسان

وعلى الرغم من انتشار الغدد الصماء بالجسم إلا أنها من الناحية التشريحية لا تمثل جهازا بالمعنى المفهوم، ولكن تتجمع وظائف تلك الغدد وتتعاون فيما بينها بحيث يتأثر نشاط كل منها بالآخر، ولذا يطلق عليها اسم جهاز الغدد الصماء Endocrine system.

www.hollanduniversity.org

وظائف الغدد الصماء: The Functions of Endocrine Glands

الوظيفة الرئيسية للغدد الصماء هى إفراز الهرمونات Hormones وهذه الهرمونات لا تقوم بتسهيل أى تفاعل أو نشاط، ولكنها فقط تقوم بتنظيم التفاعلات الخلوية بإسراعها أو إبطائها، فالهرمونات إما أن يكون تأثيرها حافزا Stimulatory أو مثبطا Inhibitory وإذا توافر إفراز الهرمون بالقدر المناسب فإن ذلك يساعد على القيام بالوظائف الخاصة به على خير وجه، وينعكس ذلك على صحة ولياقة وحيوية الشخص، بينما إذا أفرزت الهرمونات بكميات أقل أو أكثر من اللازم ظهرت على الشخص بعض الأعراض المرضية.

الهرمونات: Hormones

«هى مركبات كيميائية تفرزها الغدد الصماء وتنتقل مباشرة إلى الدم، وتتميز بقدرتها العالية للتحكم فى وظائف الجسم».

الحقائق المهمة المرتبطة بدراسة الهرمونات وتأثيرات الجهد البدنى عليها:

هناك عدد من الحقائق التى ينبغى الوقوف عليها عند دراسة موضوع الهرمونات وتأثير الجهد البدنى على معدلات إفرازاتها، ويمكن تلخيص أهم هذه الحقائق فيما يلى:

١- تنتج الهرمونات بكميات قليلة فى الجسم ويعتبر وجودها أساسيا لوظائفه، إلا أن ذلك يجب أن يكون فى حدود المستويات الخاصة بإفراز كل هرمون، حيث إن زيادة إفراز الهرمون أو نقصه، يؤدى - كما ذكرنا - إلى ظهور أعراض مرضية.

٢- لا تظهر تأثيرات الهرمون عادة فى نفس المنطقة التى أفرز فيها، ولكن تأثيره يظهر فى مناطق أخرى بالجسم.

٣- قد يبقى تركيز الهرمون فى الدم لفترات زمنية طويلة تصل إلى عدة ساعات أو أيام عقب الانتهاء من فعل المؤثر (الجهد البدنى مثلا) وقد يختفى تركيز بعض الهرمونات خلال لحظات قصيرة من انتهاء الجهد، ويطلق على الوقت الذى ينقضى قبل إزالة نصف كمية الهرمون من الجسم مصطلح «نصف عُمر الهرمون». وعلى سبيل المثال يبلغ نصف عُمر هرمون الجلوكاجون Gluca-gon hormone الذى تفرزه غدة جزر «لانجرهانز» بالبنكرياس ٥-١٠

www.hollanduniversity.org

دقائق، بينما يبلغ نصف عمر هرمون الثيروكسين Thyroxine الذى تفرزه الغدة الدرقية ٦-٧ أيام.

٤- لا يستفيد الجسم من الهرمونات فى تحرير الطاقة.

٥- يظهر إفراز الهرمونات بشكل واضح تحت تأثير الأنشطة البدنية مرتفعة الشدة ويزداد إفراز الهرمونات تدريجيا بزيادة العمل العضلى، كما أن ظهور الهرمون يرتبط أيضا بفترة دوام الجهد أو التمرين.

٦- تظهر الاستجابة الهرمونية الناتجة عن شدة المجهود أسرع مما تظهر الاستجابة الهرمونية الناتجة عن زيادة زمن أو فترة دوام الجهد.

٧- يطلق على الهرمونات التى تساعد على استثارة وظائف الجسم لأداء الجهد البدنى مصطلح «هرمونات الضغط» Stress hormones ومن بينها هرمون الكورتيزول Cortisol وهرمون الجلوكاجون Glucagon كما يطلق عليها أيضا اسم الهرمونات المعاكسة أو المضادة Counter hormones نظرا لتأثيرها المعاكس للأنسولين الذى تعد وظيفته الأساسية تخفيض نسبة سكر الجلوكوز بالدم بواسطة تخزينه فى الكبد والعضلات على شكل جليكوجين، بينما تقوم هرمونات الضغط بعكس ذلك أى زيادة سكر الجلوكوز بالدم.

٨- يتميز إفراز الهرمونات بالاستمرارية للحفاظ على مستو معين لها بخلاف ما تتميز به الأنزيمات Enzymes من كونها تفرز حسب الحاجة فقط.

٩- فى مجال دراسات تأثير الجهد البدنى على إفراز الهرمونات، تستخدم عادة طرقا لقياس تركيز الهرمون فى الدم أو البول.

١٠- تتأثر مستويات تركيز الهرمون بعدة عوامل من أهمها:

أ- معدل إنتاج الهرمون فى الغدد الصماء.

ب- معدل استخدام الأنسجة للهرمون المنتج بالجسم.

ج- معدل تكسير الهرمون بواسطة الأنزيمات فى الكبد والكلى والأنسجة الأخرى بالجسم.

د- الفترة الزمنية التى تنقضى عقب أداء العمل أو الجهد البدنى والتى يظل فيها تأثير الهرمون وبقاؤه فى الأنسجة والدم.

www.hollanduniversity.org

استجابات الهرمونات للجهد البدنى:

يزداد نشاط الغدد الصماء لكى تفرز الهرمونات المتعددة عن أداء الجهد البدنى، كما يحدث ذلك أيضا قبيل بدء الشخص فى المران أو التدريب أو الاشتراك فى المنافسة، ويستمر نشاط الغدد الصماء فى إفرازاتها من الهرمونات أثناء أداء المجهودات البدنية وخاصة تلك التى تتميز بشدتها العالية وتتطلب الاستمرار لفترة زمنية طويلة، وكلما كانت المنافسة ذات أهمية كبيرة لدى اللاعب كان ذلك محفزا أكبر لإفراز الهرمونات.

وهناك مجموعة من الاستجابات التى تعبر عن زيادة نشاط الغدد الصماء تحت تأثير أداء الجهد البدنى.

ومن أهم تلك الاستجابات ما يلى:

* استجابات الهرمون الحافز للغدة الدرقية (الثيروتروبين Thyrotropin) وهرمون الثيروكسين Thyroxine .
* استجابات هرمون الكورتيزول Cortisol .
* استجابات هرمونى: الأدرينالين والنورأدرينالين

Adrenalin and Noradrenalin

* استجابات هرمون الجلوكاجون Glucagon.
* استجابات هرمون الألدوستيرون Aldosterone.
* استجابات هرمون ضد إدرار البول Anti-diuretic .
* استجابات هرمون الأنسولين Insulin.

ونظرا للدور الكبير الذى تلعبه تلك الهرمونات فى التأثير على حجم الجهد المبذول؛ لذا فإننا سوف نتناول كلا منها بنوع من التفصيل.

أولا: تجدر الإشارة إلى أنه لمجرد تأهب اللاعب لأداء الجهد البدنى أو الاشتراك فى المنافسات الرياضية يزداد إفراز هرمون يطلق عليه الهرمون الحافز للغدة الدرقية Thyroid -Stimulating Hormone ويرمز له بالرمز T.S.H ويعرف هذا الهرمون أيضا باسم «ثيروتروبين» Thyrotropin ينظم هذا الهرمون كافة نشاطات الغدة الدرقية، ويؤدى إفرازه إلى إطلاق الغدة

www.hollanduniversity.org

لهرمون الثيروكسين Thyroxine الذى يعد من الهرمونات ذات الأهمية البالغة فى الكثير من العمليات الفسيولوجية المرتبطة بأداء الجهد البدنى، إلا أن إفراز الهرمون المحفز لنشاط الغدة T.S.H لا يتزايد أثناء أداء الجهد البدنى، حيث لم تشر نتائج الدراسات العلمية إلى ذلك، ولكن تأثير إفراز الهرمون يظل قرابة الساعة عقب الانتهاء من أداء الجهد البدنى.

ثانيا: نتيجة لأداء الجهد البدنى يزداد إفراز هرمون الثيروكسين Thyroxine الذى تفرزه الغدة الدرقية، ويعرف كذلك باسم رباعى يود الثيرونين Tetra - iodo thyronin ويرمز له بالرمز T4 ويظهر ذلك تحت تأثير أداء الجهد البدنى ذى الشدة العالية، وتؤدى زيادة إفراز الهرمون إلى سرعة عمليات الأيض (التمثيل الغذائى) بشكل عام من جميع خلايا الجسم وخاصة ما يتعلق بعمليات الأكسدة، ويسهل هذا الهرمون استخدام الكربوهيدرات فى الخلايا، كما يساعد على سرعة عمليات التمثيل الغذائى للدهون وما يرتبط بذلك من أهمية كبيرة عند أداء رياضات التحمل، ويساعد هرمون الثيروكسين على زيادة حجم الدفع القلبى ومعدل النبض وضغط الدم الانقباضى، ويعتبر إفراز هذا الهرمون أساسيا لكى تحافظ المراكز العصبية وعضلة القلب على ما تتميز به من خاصية القابلية للاستثارة Excitabili-ty.

ثالثا: تحت تأثير أداء الجهد البدنى يزداد إفراز هرمون « الكورتيزول» Cortisol الذى تفرزه قشرة الغدة الكظرية Adernal cortex ويساعد إفراز الكورتيزول على سرعة عمليات التمثيل الغذائى وخاصة ما يتعلق منها بالكربوهيدرات حيث يعمل الهرمون على إسراع عمليات تحويل جليكوجين الكبد إلى جلوكوز فترتفع نسبة الجلوكوز فى الدم Hypergly-cemia كما أن لهرمون الكورتيزول تأثيرات مساعدة لعملية تحويل الأحماض الأمينية إلى جلوكوز فى الكبد، وتأثيرات الكورتيزول المساعدة على زيادة سكر الجلوكوز تؤدى إلى ضمان إمداد المخ والأنسجة العصبية بالجلوكوز عند أداء المجهودات البدنية التى تستمر لفترة طويلة مما يخفف تأثيرات الجهد البدنى على التعب المركزى للجهاز العصبى، ويعد هرمون الكورتيزول من أبرز الهرمونات التى تفرزها قشرة الغدة الكظرية فى

www.hollanduniversity.org
مجموعته التى تعرف باسم الكورتيكويدات السكرية Glucocorticoids ويشترك الكورتيزول ومجموعته تلك فى تخفيف حالات التوتر والانفعال والإرهاق التى يتعرض لها اللاعبون عند أداء المجهودات البدنية الشاقة، وتزداد نسبة تركيز الهرمون مع زيادة استمرار الجهد مرتفع الشدة، وعقب أداء الجهد البدنى يزداد طرح هرمون الكورتيزول الحر Free cortisol وقد تستمر زيادة الطرح تلك لمدة ساعتين بعد نهاية المجهود، ويبلغ نصف عُمر هرمون الكورتيزول ٢٤ دقيقة.

رابعا: يؤثر أداء المجهودات البدنية على زيادة إفراز هرمونى: الأدرينالين والنورأدرينالين Adrenalin & noradrenalin أو كما يطلق عليهما هرمونى الإبينفرين والنورإبينفرين Epinephrine & nor epinephrine وهما هرمونان متشابهان فى تركيبهما الكيميائى يفرزهما نخاع الغدة الكظرية Adrenal medulla وينتميان إلى مجموعة المركبات التى يطلق عليها اسم أمينات الكاتيكول Catecholamines كما يتشابه الهرمونان أيضا فى تأثيراتهما التى تعمل على زيادة سرعة نبض القلب وقوة انقباض عضلة القلب ويكون تأثير الأدرينالين أقوى، كما يعمل الهرمونان على اتساع الشعيبات التنفسية مما يقلل أعباء الجهد البدنى على جهاز التنفس وخاصة ما يتعلق باستيعاب كمية أكبر من الهواء، ويكون تأثير الأدرينالين أكبر كذلك من تأثير النورأدرينالين فى إرخاء وتوسيع الشعيبات التنفسية.

وتتسع الشريانات التى تغذى العضلات الهيكلية بالدم تحت تأثير هرمون الأدرينالين بينما تنقبض وتضيق الشريانات التى تغذى الكلى والجلد تحت نفس التأثير لهذا الهرمون، ويعمل النورأدرينالين على تقليص الأوعية الدموية وزيادة مقاومتها لجريان الدم فيؤدى إلى ارتفاع ضغط الدم، وبالنسبة لعمليات التمثيل الغذائى فإن لإفراز هرمونى الأدرينالين والنور أدرينالين دورا مهما فى زيادة سرعة عمليات التمثيل الغذائى بصورة عامة وزيادة عمليات تحويل جليكوجين الكبد والعضلات إلى جلوكوز وكذلك تسهيل عمليات تحلل الدهون المخزونة بالجسم إلى أحماض دهنية وتكسيرها فى صورة طاقة يستفيد منها الجسم أثناء أداء المجهودات البدنية التى يمتد الاستمرار فى أدائها لفترة زمنية طويلة، وطبقا لتأثير الهرمونين

www.hollanduniversity.org

تزداد عمليات استهلاك الأكسجين فى العضلات كما يتزايد تبعا لذلك إنتاج ثانى أكسيد الكربون فيرتفع ما يعرف بمعامل التنفس Respiratory Quotient الذى يرمز له بالرمز R.Q وتزداد قوة انقباض العضلات الإرادية تحت تأثير هرمونى الأدرينالين والنور أدرينالين، وعقب الانتهاء من أداء المجهودات البدنية يزول تأثير الهرمونين فى غضون ٦ دقائق تقريبا.

خامسا: تؤثر المجهودات البدنية التى يستمر أداؤها لمدة زمنية طويلة على زيادة إفراز هرمون الجلوكاجون Glucagon الذى تنتجه خلايا ألفا Alpha cells بجزر لانجرهانز Islets of langerhans بالبنكرياس ويفرز هرمون الجلوكاجون عقب حوالى ٨٥ دقيقة من بداية المجهود ويتضاعف خلال أداء الجهد إلى مقدار ثلاثة أضعاف، وعند الانتهاء من الجهد البدنى يظل إفراز الهرمون إلى ما يقرب من ٣٠ دقيقة، ويبلغ نصف عُمر هذا الهرمون ٥-١٠ دقائق، ولهرمون الجلوكاجون تأثيرات كبيرة على عمليات التمثيل الغذائى للكربوهيدرات وزيادة نسبة جلوكوز الدم، كما يزيد الهرمون أيضا من سرعة تحويل البروتينات إلى جليكوجين فيما يطلق عليه Glyconeogenesis.

سادسا: تستجيب قشرة الغدة الكظرية بطريقة أخرى لتأثيرات الجهد البدنى حيث تفرز هرمون الألدوستيرون Aldosterone الذى يعمل على تنظيم عمليات امتصاص الماء وأملاح الصوديوم والبوتاسيوم بواسطة الكلى مما يعمل على المحافظة على تنظيم توزيع الأيونات بجدار الخلية العضلية، ولهذا دوره فى تنظيم أداء الانقباضات العضلية وتحسين القدرة على دوام تكرارها لفترات طويلة، ويتزايد تركيز الألدوستيرون تدريجيا أثناء أداء الجهد البدنى وتصل نسبة التركيز أقصاها عقب ٦ دقائق من بداية الجهد ذى الشدة العالية، ومن الممكن أن تبقى الزيادة من إنتاج الهرمون عقب الانتهاء من الجهد بفترة ٦-١٢ ساعة.

سابعا: يستجيب «الهيبوثلامس» Hypothalamus (تحت سرير المخ) أو الذى يطلق عليه تحت المهاد، لتأثيرات الجهد البدنى فيفرز هرمونا يخزن فى الفص الخلفى للغدة النخامية Posterior lobe يعرف باسم الهرمون ضد

www.hollanduniversity.org

إدرار البول Anti - diuretic hormone ويرمز له بالرمز A.D.H ويعمل هذا الهرمون على زيادة امتصاص الماء فى الكُلى وإعادته إلى الدم ويلعب ذلك دورا كبيرا فى تنظيم التوازن المائى بالجسم وخاصة مع زيادة عمليات التعرق التى تصاحب التدريبات الشاقة فى الجو الحار، ويساعد فى عمليات التنظيم المائى تلك هرمون الألدوستيرون Aldosterone الذى تفرزه قشرة الغدة الكظرية.

ثامنا: تشير نتائج بعض الدراسات إلى أن هرمون الأنسولين Insulin hormone الذى تفرزه خلايا بيتا Beta cells بجزر لانجرهانز الموجودة بالبنكرياس يزداد إفرازه قليلا فى بدايات أداء المجهود البدنى، إلا أن إفرازه يبدأ فى الانخفاض عند الاستمرار فى أداء الجهد لمدة أطول وهذا يساعد على تحويل عمليات أكسدة الكربوهيدرات إلى أكسدة الدهون فى الرياضات التى تتطلب قدرا من عنصر التحمل.

والأنسولين هو الهرمون الوحيد الذى يصل إلى الكبد قبل القلب، وهو فى ذلك يختلف عن سائر الهرمونات؛ وذلك لأن الكبد يتأثر فسيولوجيا لدرجة كبيرة بهذا الهرمون الذى يعمل على خفض نسبة السكر بالدم بواسطة طرق ثلاث هى: زيادة تحويل الجلوكوز إلى الجليكوجين فى الكبد - زيادة استخدام واستهلاك الجلوكوز فى الخلايا وزيادة تخزين الجليكوجين فى العضلات.

تأثير نشاط الهرمونات على التركيب الجسمى والأداء الفسيولوجى للرياضيين:

يؤدى النشاط البدنى عامة والتدريب الرياضى بصفة خاصة إلى زيادة نشاط الهرمونات بالجسم، وهذه الميزة تبرز دور الرياضة فى تحسين عمليات النمو البدنى الفسيولوجى للأطفال والبالغين والشباب من الجنسين، ويمكن توضيح تأثيرات التدريب الرياضى المنتظم على التركيب الجسمى والنشاط الفسيولوجى للرياضيين مقارنة بغير الرياضيين من خلال النقاط التالية:

١- يؤثر أداء التدريبات الرياضية المنتظمة على زيادة إفراز هرمون النمو Growth Hormone (GH) الذى يفرزه الفص الأمامى للغدة النخامية بالمخ ويساعد هذا الهرمون على النمو المتكامل للجسم، حيث يحفز عمليات بناء

www.hollanduniversity.org
البروتينات ويثبط عمليات الهدم بها، وينظم هذا الهرمون عمليات نمو العظام، ويؤثر بشكل عام على زيادة عمليات التمثيل الغذائى بالجسم كما يلعب دورا مهما فى تحديد حجم الجسم وكتلة العضلات وقوتها مما يميز الأفراد الرياضيين عن أقرانهم من غير الرياضيين.

٢- يؤثر نشاط الهرمونات لدى الرياضيين على زيادة حجم القلب مثلما يحدث تحت تأثير إفراز هرمون الثيروكسين T4 الذى تفرزه الغدة الدرقية، كما يزداد لدى الرياضيين إفراز الهرمونات الجنسية حيث يزداد الهرمون الذكرى الذى يعرف بالتستوستيرون Testosterone والذى تغلب على تركيبه الاسترويدات البنائية Steroids والذى تتضمن تأثيراته فضلا عن النمو الجنسى للذكور تأثيرات أخرى بنائية تلاحظ فى زيادة حجم عضلات الجسم وقوتها، وخاصة عضلات الأطراف، ويؤثر ذلك على تحسين وانتظام نمو عظام الأطراف أيضا وزيادة عرض عظام المنكبين، ويسهم هرمون التستوستيرون فى زيادة تخزين مواد الطاقة بالعضلات وخاصة الجليكوجين ويؤثر ذلك فى زيادة كفاءة اللاعبين فى الرياضات التى تعتمد على نظام الجلكزة اللاهوائية (نظام حامض اللاكتيك).

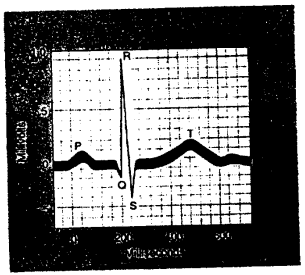
٣- الانتظام فى ممارسة الرياضة ينشط هرمون الإستروجين Estrogen hormone لدى الإناث والذى يفرز بواسطة المبيض Ovary كما تنشط قشرة الغدة الكظرية فى إفراز الأندروجين Androgen وكلا الإفرازين يعملان على تحسين نمو العظام وانتظامها وخاصة فى طفرة النمو المفاجئ والسريع التى تلى مرحلة البلوغ مباشرة لدى الإناث.

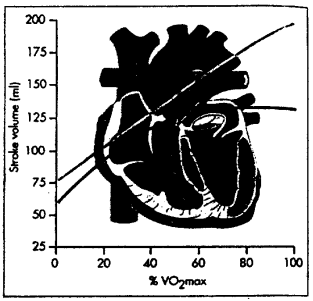
www.hollanduniversity.org

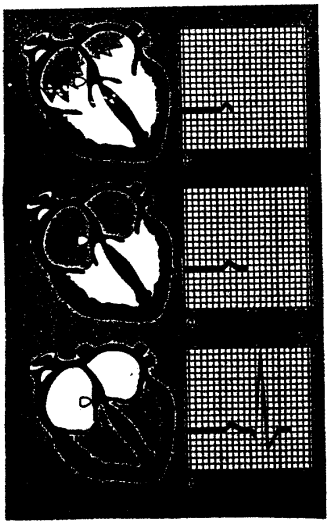
الفصل الثامن

فسيولوجية الجهاز القلبى الوعائى واختباراته التطبيقية

The Physiological of Cardiovascular and its Application Tests







www.hollanduniversity.org

الجهاز القلبى الوعائى: تركيبه ووظيفته:

يوضح «تورتورا» Tortora, 2000 أن مصطلح «القلبى الوعائى» Cardiovascular يعنى:

«مركز لمجموعات من الخلايا العصبية المتفرقة داخل النخاع المستطيل يقوم بتنظيم معدل القلب وقوة الانقباض، ومقدار اتساع قطر الأوعية الدموية».

Cardiovascular is:

"Center Groups of Neurons Scatterd Within The Medula Oblogate That Regulate Heart Rate, Force of Contraction, and Blood Vessel Diameter".

ونظرا لما يقوم به المركز القلبى الوعائى The Cardiovascular Center من تنظيم لقوة انقباض عضلة القلب، فإنه يتحكم فى حجم ضربة القلب Stroke Volume؛ ولذا فإن مجمل ما يقصد به من مصطلح Cardiovascular هو تنظيم معدل القلب HR وحجم ضربة القلب SV واتساع قطر الأوعية الدموية BVD الذى يؤثر بشكل مباشر فى معدل جريان الدم Blood Flow.

وفيما يتعلق باستخدام مصطلح الجهاز القلبى الوعائى Cardiovascular System يوضح «تورتورا» Tortora أن الجهاز القلبى الوعائى يتكون من الدم والقلب والأوعية الدموية.

ويستخدم مصطلح الجهاز القلبى الوعائى فى العديد من المراجع الحديثة للفسيولوجيا العامة وفسيولوجيا التدريب الرياضى، فقد استخدمه «فاندر» ومشاركوه Vander et al., 1994 للدلالة على عمل القلب والأوعية الدموية معا:

"The Heart and Blood Vessels Together are Termed The Cardiovascular System".

واستخدم المصطلح «رودز، وفلانزر» Rhoades & Flanzer, 1996 وأشارا إلى ما برهن عليه «وليام هارفى» William Harvey فى القرن السابع عشر من تكوين هذا

www.hollanduniversity.org
الجهاز من الدورة الدموية والدورة الجهازية عبر العضلات والجلد والكلى والبطن والأعضاء الجهازية الأخرى، ومقدار جريان الدم إلى جميع هذه الأجهزة، واستخدمت الكلية الأمريكية للطب الرياضى ACSM, 1998 مصطلح الجهاز القلبى الوعائى Cardiovascular System فى العديد من الموضوعات المتعلقة بالاختبارات والإعداد البدنى، ويتسع المفهوم الذى أورده «مك أردل» ومشاركوه Mc Ardle, 1996 عن الجهاز القلبى الوعائى ليعبر عن اتحاد الجسم كوحدة، حيث يوضح المرجع أن الجهاز القلبى الوعائى يعمل على تزويد العضلات النشطة بالأغذية والأكسجين المتدفق لها عبر الدم لتتجشم (تتحمل) إنتاج الطاقة العالية.

"The Cardiovascular System Integrates The Body as a Unit It Provides The Active Muscles With a Continuous Stream of Nutrients and Oxygen to Sustain a High Energe Output".

ولقد استخدم المصطلح كل من «برينتك» Prentice, 1997، و«باورز، هولى» Powers & Howley 2000 ويتفق التعبير الذى أورده «كوربن، لينسى» Corbin & Lindsey, 1999 عن مصطلح اللياقة القلبية الوعائية Cardiovascular Fitness مع مفهوم «مك أردل» ومشاركيه Mc Ardel et al., 1996 عن الجهاز القلبى الوعائى، حيث يذكر «كوربن، لينسى» أن اللياقة القلبية الوعائية يقصد بها: «قدرة القلب، والأوعية الدموية، والدم، والجهاز التنفسى على إمداد مواد الطاقة، وخاصة الأكسجين إلى العضلات، وقدرة العضلات على استغلال مواد الطاقة فى أداء تدريبات التحمل».

ويرى المؤلف أن احتواء بعض المراجع لجانب من الوظائف التنفسية للتعبير عن مفهوم الجهاز القلبى الوعائى، يرجع إلى الدور الرئيسى الذى يقوم به الدم فى نقل مواد الطاقة بما فيها الأكسجين ـ كناتج لعمليات التبادل الغازى ـ وتوصيلها إلى العضلات العاملة النشطة للاستفادة منها فى إنتاج الطاقة، ومن ثم فإن الموضوع يرجع إلى المحصلة النهائية لعملية التنفس وليست العملية فى حد ذاتها كوظيفة للجهاز التنفسى، هذا مع الأخذ فى الاعتبار أن تناول فسيولوجية عمل أجهزة الجسم كوحدات مستقلة هو لغرض الدراسة فقط، ولكن المبدأ الأساسى هو عمل الجسم كله كوحدة متكاملة.

www.hollanduniversity.org

التركيب التشريحى لعضلة القلب:

القلب عضو عضلى ذو أربعة تجاويف يعمل على شكل مضخة مزدوجة منقسمة طوليا إلى جزءين: أيمن وأيسر، ويضم كل جزء منهما أذين Auricle وبطين Ventricle الجزء الأيمن من القلب يضخ الدم إلى الرئتين لكى يتزود منها بالأكسجين ويتخلص من ثانى أكسيد الكربون عبر عملية التبادل الغازى، والجزء الأيسر من القلب وظيفته ضخ الدم إلى أجزاء الجسم المختلفة لتزويد الأنسجة بالأكسجين اللازم وتخليصها من ثانى أكسيد الكربون عن طريق حمله إلى الرئتين لكى يطرح خارج الجسم عبر هواء الزفير، ويفصل بين كل أذين وبطين صمام Valve يسمح بمرور الدم فى اتجاه واحد فقط من الأذينين إلى البطينين، ومن البطين الأيمن إلى الشريان الرئوى، كذلك من البطين الأيسر إلى الشريان الأورطى Aortic (الأبهر) والصمامات لا تسمح بمرور الدم إلى عكس الاتجاهات السابقة.

يوجد القلب فى منتصف الصدر تقريبا بين الرئتين وخلف عظم القص ويقع ثلث عضلة القلب على يمين خط منتصف الجسم والثلثان الباقيان على يساره، ويزن قلب الإنسان حوالى ٣٥٠ جراما، ويقدر حجم قلب الشخص البالغ بحجم قبضة اليد وهى مضمومة، وتكوّن عضلة القلب السميكة Myocardium الجزء الرئيسى من جدارّ القلب المتمثلة فى جدران الأذينين والبطينين حيث تتكون هذه الجدران من ألياف عضلية قلبية مرتبة فى عدة طبقات، ولا يوجد أى اتصال نسيجى بين الألياف العضلية للأذينين والألياف العضلية للبطينين، ولكن يوجد فى القلب أنسجة متخصصة تقوم بتوصيل الإثارة العصبية من الأذينين إلى البطينين وتسمى فى مجملها بالجهاز الناقل Conducting System الذى يتألف من مجموعة من الأنسجة المتخصصة Specialized tissues التى تتكون مما يلى:

أ - العقدة الجيب أذينية Sino - atrial node:

ويرمز لها للاختصار S-A node وهى كتلة صغيرة من النسيج العضلى توجد فى جدار الأذين الأيمن بالقرب من النقطة التى يصب عندها الوريد الأجوف العلوى فى

www.hollanduniversity.org

الأذين الأيمن، ومن هذه العقدة تنشأ نبضة القلب ويتحدد معدل ضرباته بالكامل؛ ولذا تسمى ناظم القلب Pace-Maker of the Heart.

ب - العقدة الأذينية البطينية Atrio-ventriculat node:

وللاختصار تكتب A-V node وهى توجد أيضا فى جدار الأذين الأيمن ولكن عند أسفل الحاجز الذى يفصل بين الأذينين.

جـ - الحزمة الأذينية البطينية Atrio-ventricular bundle:

ويرمز لها بالرمز A-V bundle وتسمى أيضا حزمة «هِس» Bundle of his وهى تنشأ من العقدة الأذينية البطينية وتمتد لأسفل مسافة قصيرة تتفرع بعدها إلى فرعين أيمن وأيسر عبر البطينين ليمتدا حتى قمة القلب لأسفل، ثم يصعدان مرة أخرى لأعلى فى اتجاه قاعدة القلب - كل فى البطين الخاص به حتى تنتهى بشبكة من الألياف يطلق عليها شبكة «بيركنجى».

د - شبكة بيركنجى Purkinjie network:

وهى عبارة عن شبكة دقيقة من الخيوط أو الألياف تنشأ عن تفرع نهايتى حزمة «هِس» وتوجد هذه الشبكة بصورة رئيسية أسفل البطانة الداخلية لكل بطين، وتصل أليافها إلى الجزء الرئيسى من عضلة القلب الذى يكون سمك الجدران Myocardium

الخصائص الفسيولوجية لعضلة القلب:

هناك مجموعة من الخصائص التى تنفرد بها عضلة القلب، وتتميز بها عن العضلات الأخرى بالجسم، ومن أهم هذه الخصائص ما يلى:

١- خاصية العمل ذاتيا (عضلية النبض) Mynogenic

إن عضلة القلب تعمل من تلقاء نفسها، ولديها القدرة على توليد دافع ذاتى للانقباض بدون أى تنبيه أو تأثير خارجى، كما أنها لا تخضع لتنبيه صادر من الجهاز العصبى لكى تعمل، وهذه الخاصية تعتمد على العقدة الجيب أذينية S-A node التى تنبعث منها النبضات الكهربائية وتنتشر فى أجزاء القلب، وعلى الرغم من ذاتية العمل

www.hollanduniversity.org
بالنسبة لعضلة القلب، إلا أن معدل العمل وقوة الانقباض (النبضات القلبية) يتأثران بعدد من العوامل مثل: درجة الحرارة - أعصاب القلب - درجة تفاعل الدم PH - مدى توافر الأكسجين - مدى توافر الأملاح المعدنية فى الدم المغذى للقلب وخاصة أملاح الصوديوم والكالسيوم بدرجات معينة من التركيز.

٢- خاصية الإيقاعية Rhythmcity

تتميز عضلة القلب بآلية منتظمة للانقباض والارتخاء، ومنشأ هذه الآلية - كما ذكرنا - هو العقدة الجيب أذينية التى تصدر نبضات كهربائية بمعدل حوالى ١٢٠ نبضة فى الدقيقة، تنتشر تلك النبضات عن طريق الجهاز التوصيلى لعضلة القلب، فى الوقت الذى يتأثر معدلها بفعل العصب الحائر (نظير السمبثاوى) Parasympathic فيصل ذلك المعدل إلى ٧٠ نبضة فى الدقيقة لدى الشخص السليم البالغ فى حالة الراحة.

٣- خاصية الانقباضية Contractility وفق قانون خاص:

تخضع عضلة القلب فى انقباضها لقانون خاص يعرف بقانون «الكل أو العدم» All or none low وهو أحد القوانين المميزة لانقباض عضلة القلب ومؤداه: أن عضلة القلب إذا ما استثيرت بمنبه ما Stimulus فإنها إما أن تنقبض بكامل قوتها أو لا تستجيب على الإطلاق، فإذا كانت شدة المثير كافية فسوف يحدث الانقباض، وإذا ما كان المثير ضعيفا لا تنقبض عضلة القلب، ويشير ذلك إلى أن هناك حدا أدنى (عتبة فارقة) Threshold لقوة المنبه أو المثير الذى تستجيب له عضلة القلب، على خلاف العضلات الهيكلية التى تستجيب لمختلف درجات التنبيه وتتناسب استجاباتها طرديا مع قوة المنبه أو المثير.

٤- خاصية التوصيل (النقل) Conductivety

تتميز عضلة القلب بالقدرة على نقل الموجة الانقباضية من منشئها فى العقدة الجيب أذينية إلى جميع أجزاء القلب حيث تقوم حزمة «هِس» وشبكة «بيركنجى» بدور واضح ومتطور فى عملية النقل هذه، وحيث يبلغ معدل التوصيل عند شبكة «بيركنجى» ٤م فى الثانية، وفى جدار الأذين يصل المعدل إلى ١م فى الثانية، بينما يبلغ عند جدار

www.hollanduniversity.org
البطين ٤,٠م فى الثانيـة، وتتأثر خاصـية التوصـيل بفعل الأعصـاب التى تغذى القلب ومنها العصب « السـمبثاوى» Sympathic الذى يزيد سرعة التوصـيل والعصب نظير السمبثاوى Parasympathic الذى يقلل سرعة التوصيل.

٥- خاصية الامتناع (الرفض) Refractory

الامتناع أو الرفض هى فترة زمنية بعد انتـهاء التـقلص مباشـرة تكون فيها العضلة ـ الهيكلية أو عضلة القلب ـ غير قادرة على الاستجابة لحافز آخر، وفيما يختص بعضلة القلب فإن تلك الفـترة تتمـيز بأنها أطول بكثيـر مما هى فى العضلات الهـيكلية، وهذا يضمن عـدم تعرض عضلـة القلب لانقباض تشنجى مـسـتمـر مثلمـا يحدث فى بعض الأحيان للعضـلات الهيكلية، ولهذا الأمر أهمية خاصـة فى عمل القلب من حيث كونه مضخة تمر بمرحلة انقباض Systole يضخ خلالها الدم إلى الرئتـين أو الجسم، ومرحلة انبساط Diastole تمتلئ فيـها تجاويف القلب الأربعـة بالدم القادم من الرئتـين والجسم والانقباض التـشنجى يفقد القلب قابلـية العمل كمضـخة واستمرار انقـباض القلب ولو لبضع ثوانٍ إضافية يؤدى إلى توقف الدورة الدموية وحدوث الإغماء أو الوفاة.

الدورة القلبية Cardiac Cycle

يقصد بالدورة القلبية جميع العمليات المرافقة للنبضة القلبية الواحدة، وتتمثل فى انقباض الأذينين مـعا يليهما انقـباض البطينين معا ثم ارتخـاء عضلة القلب ككل، وتتم هذه العملية فى زمن قـدره حوالى ٨,٠ ثانية، فلو افترضنـا بأن معدل نبض القلب هو ٧٢ نبضة فى الدقيقة فـسوف يكون توزيع زمن دورة القلب شاملا ٥,٠ ثانية هى راحة تامة وانبساط Diastole، ٣,٠ ثانية انقباض Systole وتبدأ كل دورة قلبية بتوليد موجة من جهد الفعالية (انعكاس استقطاب) بصورة ذاتـية تبدأ فى العقدة الجيب أذينية فينقبض الأذينين معا فى آن واحد، ويكون البطينان فى حالة انبـساط والصمامات الأذينية البطينية مفتـوحة فيندفع الدم من الأذينين إلى البطينين، بعـد ذلك مباشرة يبـدأ ارتخاء الأذينين وانقباض البطينين معا، وبعد الارتخـاء الأذينى يبقى الأذينان فى حالة راحة تامة لما تبقى من زمن الدورة القلبية، ويسـتغرق انقباض البطينين ٣,٠ ثـانية تعقبها فـترة ٢,٠ ثانية للارتخاء، ٣,٠ ثانية من الراحة التامة.

www.hollanduniversity.org

خلال كل دورة قلبية يمكن أن يسمع صوتان للقلب عند استخدام سماعة الطبيب فعند انقباض البطينين يرتفع ضغط الدم داخلهما بدرجة كبيرة فتنغلق الصمامات الأذينية البطينية بشدة محدثة الصوت القلبى الأول First heart sound الذى يشبه اللفظ (لوب) بينما تنفتح الصمامات الهلالية Semilunar valves أو الصمامات الشريانية، فيندفع الدم بشدة من البطين الأيسر إلى الشريان الأورطى Aortic (الأبهر) كما يندفع الدم من البطين الأيمن إلى الشريان الرئوى، ونتيجة لدفع الدم فى الشريان الأورطى يرتفع الضغط فى هذا الشريان وفى الشرايين الرئيسية المتفرعة منه ليصل مقدار الضغط إلى ١٢٠ مليمترا زئبق أى يصبح مساويا للضغط داخل البطين الأيسر أثناء انقباضه، كما يرتفع الضغط فى الشريان الرئوى إلى مقدار ٣٠ مليمترا زئبق ويصبح مساويا لمقدار الضغط داخل البطين الأيمن أثناء انقباضه، ولكن سرعان ما ينخفض الضغط داخل كل من الشريان الأورطى والشريان الرئوى إلى ٨٠، ١٥ مليمترا زئبق على التوالى، فى هذه الأثناء يكون البطينان قد دخلا فى مرحلة الارتخاء مما يعمل على انخفاض الضغط فيهما إلى ما دون الضغط فى الشريان الأورطى والشريان الرئوى وحينذاك تنغلق الصمامات الهلالية محدثة الصوت القلبى الثانى Second heart sound الذى يشبه اللفظ (دب) وعلى هذا الأساس تكون النبضة القلبية مصحوبة بصوتين (لوب - دب) ومحصلتهما تحتسب كنبضة قلبية واحدة.

معدل نبض القلب Rate heart beat

يعرَّف معدل نبض القلب بأنه: «معدل انتشار موجات التمدد خلال دقيقة واحدة من جدران الأورطى - عند اندفاع الدم إليه من البطين الأيسر- إلى جدران الشرايين».

ويختلف معدل نبض القلب خلال مراحل العمر المختلفة، فبينما يتراوح معدل النبض لدى الطفل حديث الولادة ما بين ١٣٠-١٥٠ نبضة فى الدقيقة، يلاحظ بأن هذا المعدل ينخفض ليصل إلى ١٢٠ نبضة / ق عندما يبلغ الطفل عامه الأول، ويستمر فى الانخفاض حتى يصل إلى ٩٠ نبضة / ق عندما يبلغ الطفل العاشرة من عمره، بينما يصل معدل النبض الطبيعى فى الشخص السليم البالغ إلى حوالى ٧٢ نبضة / ق، ونبض القلب بصورة عامة أسرع فى الحيوانات الصغيرة، وكلما زاد وزن الجسم تقل سرعة النبض ففى الفيل مثلا يكون معدل النبض حوالى ٢٨ نبضة/ ق، فى حين يصل

www.hollanduniversity.org
فى الأرنب إلى ٢٢٠ نبضة / ق، ولدى الفأر يتراوح المعدل ما بين ٣٠٠-٥٠٠ نبضة / ق، ويصل إلى ١٠٠٠ نبضة / ق فى طائر الكنارى، وفى مجال دراسات فسيولوچيا الإنسان فإن الجدول التالى يوضح معايير لياقة الأفراد وفق معدلات النبض فى حالة الراحة خلال مراحل عمرية مختلفة.

جدول (١٥)

معايير لياقة القلب وفق معدلات النبض فى حالة الراحة لمراحل عمرية مختلفة

مستوى اللياقة Fitness Level	(نبضة/ ق) فى حالة الراحة Beats Per Minute at Rest			
العمر	٢٠-٢٩ سنة	٣٠-٣٩ سنة	٤٠-٤٩ سنة	٥٠ سنة أو أكثر
رجال				
ممتاز	تحت ٦٠	تحت ٦٤	تحت ٦٦	تحت ٦٨
جيد	٦٠-٦٩	٦٤-٧١	٦٦-٧٣	٦٨-٧٥
مناسب	٧٠-٨٥	٧٢-٨٧	٧٤-٨٩	٧٦-٩١
ضعيف	فوق ٨٥	فوق ٨٧	فوق ٨٩	فوق ٩١
نساء				
ممتاز	تحت ٧٠	تحت ٧٢	تحت ٧٤	تحت ٧٦
جيد	٧٠-٧٧	٧٢-٧٩	٧٤-٨١	٧٦-٨٣
مناسب	٧٨-٩٤	٨٠-٩٦	٨٢-٩٨	٨٤-١٠٠
ضعيف	فوق ٩٤	فوق ٩٦	فوق ٩٨	فوق ١٠٠

عن: «كارول، سميث» Carroll and Smith, 1992

العوامل المؤثرة على معدل النبض:

يتأثر معدل القلب - زيادة أو نقصا - بعدد من العوامل الفسيولوچية ذات الأهمية فى مجال دراسة وظائف القلب سواء بالنسبة للأشخاص الرياضيين أو غير الرياضيين، وتتلخص أهم تلك العوامل فيما يلى:

www.hollanduniversity.org

١- أعصاب القلب	The Nerves of Heart
٢- الأنفعالات والحالة النفسية	Excitements & Psyclogical Status
٣- حرارة الدم	Blood Heat
٤- كمية الدم الراجعة إلى القلب.	
٥- نشاط الهرمونات	Hormones Activity
٦- غازات الدم	Blood Gases
٧- انقباض العضلات	The Mmuscles Contraction
٨- ضغط الدم الشريانى	Arterial Blood Pressure
٩- وضع الجسم	Body Posture
١٠- حالة الجسم	Body Status
١١- الجهد البدنى	Physical Effort

١ - أعصاب القلب The nerves of heart:

الأعصاب التى تتصل بالقلب والتى تتمثل فى عصبين رئيسين هما: العصب السمبثاوى Sympathetic Nerve ونشاطه يحدث زيادة فى معدل نبضات القلب، والعصب الآخر هو نظير السمبثاوى Parasympathetic وتأثيره يحدث العكس بأن يقلل من معدل نبضات القلب.

٢- الانفعالات والحالة النفسية Excitements & Psyclogical Status:

يزيد معدل نبض القلب فى حالات الفرح والخوف والغضب، بينما يقل معدل النبض فى حالات الحزن والأكتئاب.

٣- حرارة الدم Blood Heat:

يؤدى ارتفاع درجة حرارة الدم إلى زيادة سرعة معدل النبض، ففى حالة الإصابة بالحميات مثلا Vevets والتى ينتج عنها إفراز بعض السموم Toxins فى الدم ترتفع سرعة ضربات القلب، ومن الملاحظ أن ارتفاع درجة الحرارة بمقدار درجة واحدة مئوية

www.hollanduniversity.org
يؤدى إلى زيادة فى معدل النبض بمقدار ١٠ نبضات فى الدقيقة ذلك مع استثناء بعض الحالات القليلة للحميات كالتيفود حيث يحدث العكس وتقل ضربات القلب .

٤- كمية الدم الراجعة إلى القلب:

يزداد معدل نبض القلب كلما ازدادت كمية الدم الراجعة إلى القلب، يحدث ذلك كنتيجة لانعكاس عصبى يبدأ من النهايات العصبية الحسية الموجودة فى جدران الأذين الأيمن ويعرف بانعكاس «بنبردج» وهذا يؤدى بدوره إلى زيادة كمية الدم المدفوعة للعضلات ويمنع ركود الدم فى القلب والأوردة.

٦- نشاط الهرمونات Hormones Activity:

يؤثر نشاط الهرمونات على معدل نبض القلب، هناك - على وجه الخصوص - تأثير مباشر لهرمون الأدرينالين Adrenaline يسبب زيادة معدل نبض القلب وزيادة قوة النبض، كما أن هرمون «النور أدرينالين» Noradrenaline له نفس التأثير حيث يزيد من معدل نبض القلب ولكن تأثيره أضعف.

٦- غازات الدم Blood gases:

تزداد سرعة معدل نبض القلب فى حالة زيادة نسبة غاز ثانى أكسيد الكربون CO_2 فى الدم، كما تزداد أيضا فى حالة نقص الأكسجين O_2 ويؤدى الحرمان المطلق من الأكسجين إلى توقف عضلة القلب.

٧- انقباض العضلات The Muscles Contraction:

يؤدى انقباض العضلات إلى زيادة فى معدل نبض القلب، على أساس أن انقباض العضلات يضاعف رجوع الدم الوريدى إلى القلب بسبب التأثير التدليكى التى تحدثه العضلات الهيكلية على عمل الأوردة، ولقد أوضحنا فيما سبق بأن كمية الدم الراجعة إلى القلب تزيد من معدل نبض القلب، من ناحية أخرى يزداد معدل نبض القلب سرعة عند انقباض العضلات حتى يتمكن القلب من تغذية تلك العضلات المنقبضة بكمية الدم اللازمة لها.

www.hollanduniversity.org

٨- ضغط الدم الشريانى Arterial Bblood Pressure:

يتناسب معدل نبض القلب تناسبا عكسيا مع متوسط ضغط الدم الشريانى ويعرف ذلك بقانون «مارى» Marrey's Low.

٩- وضع الجسم Body Posture:

يختلف معدل نبض القلب فى الأوضاع التى يتخذها الجسم، فيزداد المعدل بمقدار ٥-١٠ نبضات عند تغيير وضع الجسم من الرقود إلى وضع الجلوس أو الوقوف، أى عند تغيير وضع الجسم من المستوى الأفقى إلى المستوى الرأسى.

١٠- حالة الجسم Body Status:

يتغير معدل نبض القلب تبعا للحالة الجسمية، فعند الاسترخاء الإرادى أو عقب جلسة للتدليك الاسترخائى ينخفض معدل النبض، كما ينخفض بشكل واضح فى حالة النوم الهادئ العميق، ويزداد معدل النبض تدريجيا عند الاستيقاظ من النوم ومع بدايات النشاط.

١١- الجهد البدنى Physical Effort:

يزداد معدل النبض سرعة عند ممارسة الرياضة وأداء جهد بدنى، وتتناسب سرعة معدل النبض طرديا مع شدة الجهد المبذول وتحدث تلك الزيادة نتيجة مجموعة متداخلة من العوامل السابقة، والتى تظهر تحت تأثير الجهد البدنى، ومن أهمها ما يلى:

أ- تأثير ارتفاع درجة حرارة الدم.

ب- تأثير اختلال غازات التنفس وأهمها الأكسچين وثانى أكسيد الكربون.

ج- زيادة كمية الدم الراجعة إلى القلب.

د- زيادة عمليات التمثيل الغذائى.

هـ - زيادة نشاط الهرمونات.

و- انقباض العضلات.

ز- زيادة معدل التنفس.

ح- تغيرات ضغط الدم.

www.hollanduniversity.org

الأوعية الدموية Blood Vessels:

عبارة عن أنابيب أو قنوات تنقل الدم من القلب إلى أجزاء الجسم المختلفة والعكس، وتوجد منها ثلاثة أنواع رئيسية هى: الشرايين - الأوردة - الشعيرات الدموية، ويبطن تجويف الوعاء الدموى طبقة رقيقة جدا من الخلايا الطلائية، وتتميز جدران الشرايين والأوردة باحتوائها على أليـاف عضلية ونسيج ليفى مطاط Elastic tissue مما يعطيها خاصية القدرة على التمدد عند دفع الدم من القلب، والانكماش أثناء انبساط القلب، ولا توجد هذه الخاصية فى الشعيرات.

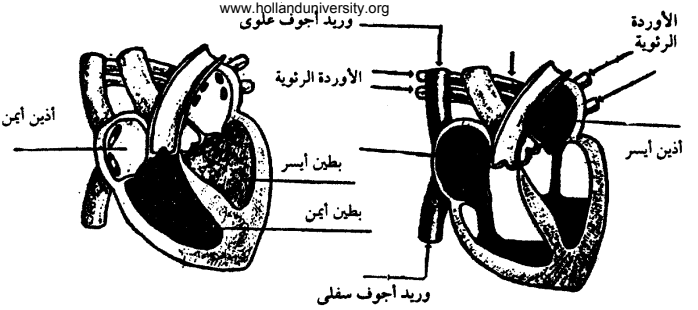
أولا: الشرايين Arteries:

هى قنوات تنقل الدم من القلب إلى مناطق الجسم المختلفة، وعادة ما يكون هذا الدم مؤكسد (نقيا) فيما عدا الشريان الرئوى الذى يحمل دما غير مؤكسد، وتتميز الشرايين بأن جدرانها سميكة وقوية إلا أن قطرها الداخلى أضيق من قطر الوريد، وتتفرع الشرايين الرئيسية التى تخرج من القلب مباشرة - كالشريان الأورطى والشرايين الرئوية - إلى شرايين فرعية متوسطة الحجم تمثل ٩٠٪ من مقدار المقاومة التى يصادفها الدم عند مروره عبر هذه الأوعية، حيث إنه كلما قل قطر الوعاء زادت مقاومته لجريان الدم، وتنتهى الشرايين الفرعية بأوعية أصغر حجما تسمى الشرينات Arterioles التى تتناهى فى الصغر تدريجيا حتى تنتهى بالشعيرات الدموية الشريانية التى تنتشر وتتوزع عبر خلايا الجسم.

ثانيا: الأوردة Veins:

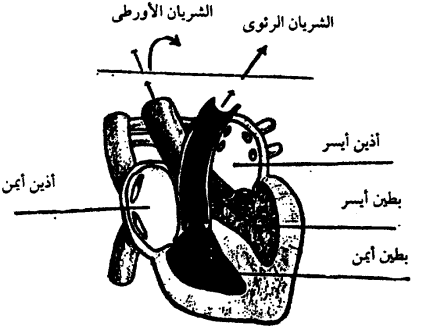
تبدأ الأوردة عند نهايات الشعيرات الدموية فى صورة شعيرات وريدية ومن هذه الشعيرات يتجمع الدم فى أوردة دقيقة تسمى الوريدات Venules تتصل الوريدات ببعضها لتكون الأوردة Veins وتصب الأوردة الصغيرة فى أوردة أكبر حجما لتكون فى النهاية الوريدين الأجوفين - العلوى والسفلى - اللذين يقومان بإرجاع الدم إلى القلب، وعموما فإن وظيفة نقل الدم من أجزاء الجسم المختلفة وإرجاعه إلى القلب تعتبر الوظيفة الرئيسية لعمل الأوردة، لذا فإنه فى جميع الأحوال الطبيعية تستوعب الأوردة نسبة ٢٥-٧٠٪ من إجمالى حجم الدم بالجسم وعلى هذا الأساس يطلق عليها مخازن الدم Blood Stores.

www.hollanduniversity.org



أ - انقباض الأذينان

ب - امتلاء البطينان بالدم



جـ - انقباض البطينين

شكل (٣٢)

الدورة الدموية

www.hollanduniversity.org

ثالثاً: الشعيرات الدموية Blood Capillaries:

هى أوعية دموية متناهية فى الصغر، تعمل كحلقة وصل بين الوريدات والشرينات الصغيرة، وتكون شبكة كثيفة يتم خلال جدرانها تبادل المواد بين الدم والسائل النسيجى، ويختلف حجم الأوعية الدموية الشعرية من منطقة إلى أخرى فى الجسم، وهى فى الرئتين تكون أكثر اتساعا فى قطرها من أى جزء آخر فى الجسم.

الدورة الدموية Blood Circulation:

تمثل الدورة الدموية حركة الدم المستمرة فى الجسم، التى تنتقل من القلب - الذى هو بمثابة مضخة للدم - إلى الأوعية الدموية التى تنقل الدم وتوزعه على جميع أجزاء وأنسجة الجسم المختلفة، ثم يعود الدم مرة أخرى إلى القلب... وهكذا.

وتنقسم الدورة الدموية إلى قسمين رئيسين هما:

١- الدورة الجهازية Systemic Circulation:

تُعرف هذه الدورة باسم الدورة الدموية الكبرى Greater Circulation وتبدأ بانتقال الدم المؤكسد (النقى) من البطين الأيسر الذى يدفع الدم إلى الشريان الأورطى (الأبهر) ثم إلى الشرايين الرئيسية فالشرايين الفرعية، ثم إلى الشرينات فالشعيرات الدموية الشريانية حيث تتم عملية تبادل الغازات والمواد بين الدم والأنسجة فتحصل الأنسجة على الأكسجين اللازم لها وتتخلص من ثانى أكسيد الكربون الذى يحمله الدم عبر الشعيرات الدموية الوريدية فالوريدات ثم الأوردة حتى يتجمع الدم فى الوريدين: الأجوف العلوى والأجوف السفلى اللذين يصبان الدم غير المؤكسد فى الأذين الأيمن للقلب وتنتهى بذلك الدورة الجهازية.

٢- الدورة الرئوية Pulmonary Circulation:

وتعرف هذه الدورة أيضا باسم الدورة الدموية الصغرى Lesser Circulation وفيها يمر الدم من القلب إلى الرئتين فقط، ثم يعود مرة أخرى إلى القلب، وتبدأ رحلة الدم فى هذه الدورة من البطين الأيمن الذى يدفع الدم غير المؤكسد إلى الشريان الرئوى الذى يتفرع إلى فرعين رئويين - كل فى رئة - ثم ينتقل إلى الشرينات فالشعيرات الدموية حيث يتخلص الدم من ثانى أكسيد الكربون ويتحمل بالأكسجين، ثم ينتقل الدم

www.hollanduniversity.org
المؤكسد تباعا حتى يصل إلى الأوردة الرئوية الأربعة التى تصب الدم فى الأذين الأيسر للقلب، وتنتهى عند ذلك الدورة الدموية الرئوية لتبدأ الدورة الدموية الجهازية مرة أخرى... وهكذا.

ملحوظة:

هناك دورة دموية قصيرة جدا يطلق عليها الدورة التاجية Coronary Circulation وهى التى تغذى عضلة القلب ذاتها حيث تحتاج ألياف العضلة القلبية - كأى عضلة أخرى - إلى كميات كافية من الدم الذى ينقل إليها الأكسجين ومواد الطاقة اللازمة للانقباض، وتتم الدورة التاجية عبر شريانين ينشئان من جذر الأورطى عقب خروجه مباشرة من البطين الأيسر ويمران على جانبى القلب بما يمثل شكل التاج Crown ولذا سميا بالشريانين التاجيين Coronary Arteries .

ديناميكية الدم: Homodynamic:

يعبر مصطلح الديناميكية dynamic عن حركة الدم وجريانه فى الأوعية الدموية والقوانى الفيزيائية التى تتحكم فى هذا السلوك، وتتضمن دراسة ديناميكية الدم جانبين رئيسيين هما: ضغط الدم وسرعة جريانه فى الأوعية الدموية.

ضغط الدم: Blood Perssure:

يُعرف ضغط الدم على أنه: الضغط الذى يحدثه اندفاع الدم من القلب إلى الشرايين مسببا تمددها، ويتراوح مقداره بين الضغط الانقباضى Systolic (أثناء انقباض عضلة القلب) وبين الضغط الانبساطى Diastolic (أثناء انبساط عضلة القلب) ويبلغ لدى الأشخاص الأصحاء البالغين مقدار ١٢٠/ ٨٠ ملليمترا زئبق (مم.ز)، ويتراوح الضغط الانقباضى فى حدوده الطبيعية بين ٩٠ - ١٤٥ مم.ز بينما يتراوح الضغط الانبساطى بين ٦٠ - ٩٠ مم.ز.

العوامل الفسيولوجية المؤثرة على ضغط الدم:

هناك عدة عوامل فسيولوجية تؤثر تأثيرا مباشرا على ضغط الدم يمكن إيجازها فيما يلى:

www.hollanduniversity.org

السن Age:

عند الأطفال يكون ضغط الدم منخفضا، وقد يصل إلى ٥٠/ ٣٠ مليمترا زئبق، ولكن عند البلوغ توجد زيادة ملحوظة، ويزداد أكثر فى الشيخوخة فقد يصل إلى ١٧٠/ ٩٠ مليمترا زئبق.

الجنس Gender:

فى سن الطفولة يكون الضغط تقريبا واحدا فى الجنسين، أى متقاربا جدا.

- فى سن ١٠ - ١٦ سنة يكون ضغط الدم عند الإناث أعلى من الذكور.
- فى سن البلوغ يكون الضغط عند الإناث أقل من الذكور.
- أما فوق سن ٤٠ سنة فيكون الضغط عند الإناث عاليا.

هضم الطعام Food Digestion:

هناك زيادة طفيفة فى ضغط الدم بعد تناول الوجبات قد تصل إلى ٥ - ١٠ مليمتر زئبق.

الحالات الانفعالية والعاطفية Emotional and Irritable Cases:

تسبب الحالات الانفعالية والعاطفية زيادة ملحوظة فى ضغط الدم.

النوم Sleep:

عادة ما يقل ضغط الدم أثناء النوم إلا إذا كانت تصاحبه أحلام.

المجهود البدنى Physical Effor:

يؤدى إلى زيادة مؤقتة فى الضغط الانقباضى قد تصل إلى ٣٠ - ٥٠ مليمترا زئبق وسرعان ما يعود إلى مستواه الطبيعى بعد قليل.

وضع الجسم Body Posture:

يختلف ضغط الدم عند الوقوف عنه عند الجلوس أو أى وضع آخر يتخذه الجسم.

www.hollanduniversity.org

التدخين Smoking:

يرتفع ضغط الدم الانقباضى نتيجة التدخين ويستمر تأثره إلى حوالى الساعة.

التفسير الفسيولوجى لتنظيم ضغط الدم:

ينظم ضغط الدم فسيولوجيا مرتبطا بالأسس التالية:

حجم الدفع القلبى Cardiac Output:

يتوقف ضغط الدم الشريانى على حجم الدفع القلبى، فكلما زاد حجم الدفع القلبى زاد الضغط والعكس صحيح.

المقاومة الطرفية Periferal Resistance:

وهى المقاومة التى يلقاها الدم أثناء مروره فى الشريانيات والشعيرات الدموية وتعتمد على:

- سعة الشريانيات:

فكلما انقبضت الشريانيات نتيجة لانقباض الألياف العضلية المبطنة لجدرانها، زادت المقاومة لمرور الدم وارتفع بالتالى ضغط الدم، وإذا ارتخت الشريانيات قلت المقاومة لمرور الدم وانخفض ضغط الدم.

- لزوجة الدم:

كلما زادت لزوجة الدم زادت المقاومة لمرور الدم وارتفع ضغط الدم.

- مطاطية الشرايين:

كلما قلت مطاطية الشرايين ومرونتها زاد الضغط الانقباضى زيادة ملحوظة، وانخفض الضغط الانبساطى، كما يحدث فى حالات تصلب الشرايين.

حجم الدم بالنسبة لسعة الجهاز الدورى:

إذا زاد حجم الدم بالنسبة لسعة الجهاز الدورى تكون هناك زيادة فى ضغط الدم، وإذا قل حجم الدم بالنسبة لسعة الجهاز الدورى قل الضغط مثلما يحدث فى حالات النزيف.

www.hollanduniversity.org

تأثير المجهود الرياضى على ضغط الدم:

يرتفع ضغط الدم الشريانى أثناء المجهود الرياضى وذلك ناتج عن:

- مؤثرات عصبية من النصفين الكرويين للمخ.
- مؤثرات عصبية صادرة من الهيموثلامس.
- منعكس من العضلات المنقبضة.
- منعكس صادر من الجسيمات الموجودة فى الشريان السباتى ومنحنى الأورطى.
- بعض المواد الكيميائية التى تفرز أثناء المجهود الرياضى مثل الأدرينالين.

هذه المؤثرات تؤدى إلى تنبيه المركز العصبى المحرك للأوعية الدموية مما يؤدى إلى ارتفاع ضغط الدم.

استجابات الجهاز القلبى الوعائى لتأثيرات الجهد البدنى والتدريب:

The Cardiovascular Response to The Effect of The Physiological Effort and Training

تحت تأثير أداء الجهد البدنى بدرجاته المختلفة، تحدث مجموعة من الاستجابات المتعددة فى وظائف الجهاز القلبى الوعائى، وبالنسبة لعملية التدريب الرياضى التى تتميز بالاستمرارية لزمن طويل لدى اللاعب (عدة سنوات) ترتبط الاستجابات الفسيولوجية بعدد من التغيرات المورفولوجية (الشكلية أو التشريحية) للجهاز القلبى الوعائى كعملية تكيف Adaptation للتدريب الرياضى، وفيما يلى سوف نتناول بالشرح عددا من أهم تلك الاستجابات والتغيرات.

أولا: استجابات معدل النبض: Bulse Rate Responsis

ذكرنا فيما سبق أن متوسط معدل نبض القلب يبلغ حوالى ٧٢ نبضة فى الدقيقة فى حالة الراحة لدى الشخص السليم البالغ، وعادة يتراوح المدى ما بين ٦٠- ٨٠ نبضة / ق ويزيد لدى الإناث عن الذكور بمقدار ٧-١٠ نبضات، يرتفع معدل نبض القلب بصورة متزايدة أثناء أداء الجهد البدنى ويستمر تسارع ضربات القلب مع زيادة شدة الحمل المبذول حتى يصل المعدل إلى أقصاه عند مستوى شدة الحمل القصوى، وفى هذه الحالة قد يصل معدل نبض القلب إلى ٢٠٠ نبضة/ ق لدى الشباب الأصحاء فى عمر ٢٠ سنة، وقد يصل الرقم إلى أكثر من ذلك لدى الأفراد الأصغر سنا، ووفقا لدرجات شدة الجهد (الحمل) البدنى يتميز سلوك معدل النبض بما يلى:

www.hollanduniversity.org

١- عند استخدام حمل بدنى منخفض الشدة Low Intensity of The Load

تحدث زيادة ملحوظة فى معدل النبض عند بداية المجهود، ثم تنخفض هذه الزيادة انخفاضا طفيفا أثناء أداء الجهد، يلى ذلك مرور معدل النبض بفترة استقرار عند مستوى معين، وتستمر فترة الاستقرار هذه حتى انتهاء الأداء تقريبا، وعند استخدام هذا المستوى من الحمل يتم استشفاء القلب Recovery Of Heart عقب الانتهاء من أداء الجهد البدنى خلال فترة قصيرة نسبيا، ومن المتعارف عليه علميا أن تأثيرات الحمل البدنى المنخفض على معدل نبض القلب لا تتجاوز حدود ١٣٠ نبضة فى الدقيقة.

٢- عند استخدام حمل بدنى متوسط الشدة Moderate Intensity of Load

عند بداية أداء الجهد متوسط الشدة تحدث زيادة سريعة فى معدل النبض، تظهر بشكل أوضح من سابقتها الحادثة فى حالة الحمل منخفض الشدة، وفى حالة الحمل المتوسط سوف يتأخر استقرار وثبات معدل النبض، كما أن فترة الاستشفاء سوف تكون أطول، وتقدر حدود زيادة معدل النبض عن هذا المستوى من الحمل بمدى يتراوح ما بين ١٥٠-١٦٥ نبضة فى الدقيقة.

٣- عند استخدام حمل بدنى مرتفع الشدة High Intensity of Load

فى هذه الحالة ترتفع سرعة معدل النبض بشكل كبير خلال فترة زمنية وجيزة جدا عند بداية المجهود، ويكون معدل الزيادة تلك أكبر من الحالتين السابقتين، وعند استخدام الأحمال التدريبية ذات الشدة العالية (دون القصوى) يتأخر استقرار معدل النبض بشكل أكبر، ويحتاج القلب إلى فترة زمنية أطول للوصول إلى حالة الاستشفاء، وتقدر حدود تأثير الحمل البدنى مرتفع الشدة وحتى المستوى الأقل من الأقصى بمقدار ١٦٦-١٨٠ نبضة فى الدقيقة.

٤- عند استخدام درجة الحمل القصوى

Maximum Intensity of Load

يتزايد التسارع الكبير فى معدل ضربات القلب منذ بداية المجهود، ومع الاستمرار فى الأداء تصل معدلات النبض إلى حدودها القصوى خلال فترة زمنية قصيرة جدا، وقد لا تظهر حالة ثبات لمعدل القلب وإن ظهرت فلا تلبث أن تختفى بسرعة، وعند الانتهاء من أداء الجهد البدنى سوف يطول زمن الاستشفاء لفترة كبيرة، وتقدر حدود تأثيرات الحمل البدنى الأقصى على معدل نبض القلب بما يزيد عن ١٨٠ نبضة / ق.

www.hollanduniversity.org

تأثير نوعية التدريب الرياضى على استجابات معدل القلب:

يستخدم المدربون أنواعا متعددة من تدريبات اللياقة التى تختلف فيما بينها طبقا لنوع الرياضة التخصصية للاعب، وتتشكل أحمال التدريب الرياضى لتتراوح ما بين تدريبات الحمل الهوائى واللاهوائى وكذا تدريبات الحمل المتداخل الذى يجمع بين كلا النوعين، ويرتبط باستخدام تلك الأحمال التدريبية مدى الاستجابة التى تحدث فى معدلات القلب تلبية لمتطلبات نوعية الحمل، ويمكن تلخيص استجابات معدل القلب لنوعية حمل التدريب من خلال الجدول التالى:

جدول (١٦)

استجابات معدل القلب لنوعيات حمل التدريب

نوعية حمل التدريب المستخدم	استجابات معدل القلب
حمل التدريب اللاهوائى الفوسفاتى	فوق ١٩٠ - ٢٢٠ نبضة / ق
حمل التدريب اللاهوائى بنظام حامض اللاكتيك	فوق ١٧٠ - ١٩٠ نبضة / ق
حمل التدريب المتداخل (لاهوائى - هوائى)	فوق ١٥٥ - ١٧٠ نبضة / ق
حمل التدريب الهوائى	١٤٠ - ١٥٥ نبضة / ق

ثانيا: الاستجابة والتكيف فى حجم القلب

The Responce and Adaptation In The Heart Volume

ذكرنا فيما سبق بأن القلب عضلة تتأثر بممارسة النشاط والتدريب الرياضى، وحيث إن عضلة القلب تجمع فى خصائصها بين بعض الجوانب التى تتميز بها العضلات الهيكلية (الإرادية) والعضلات الملساء (غير الإرادية) من حيث التركيب والوظيفة، وبما أن العضلات الهيكلية تنمو فى حجمها وتزداد تضخما بزيادة مقطعها العرضى Cross-Sectional Area نتيجة الانتظام فى ممارسة التدريب؛لذا تعتبر زيادة حجم القلب لدى الأفراد الرياضيين نتيجة متوقعة ومنطقية، ولقد تم التحقق من ذلك علميا من نتائج العديد من الدراسات والبحوث التى ترجع إلى ما يزيد عن نحو قرن من الزمان، كان

www.hollanduniversity.org

العالم «هنشن» ١٨٩٩م Henschen هو أول من لاحظ ظاهرة زيادة حجم القلب لدى الرياضيين.

لقد أجريت تجارب ودراسات مقارنة ومتعددة استخدمت فيها الحيوانات المدربة فى ظروف معملية ونظائرها من الحيوانات التى لم يتم تدريبها، كذلك أجريت دراسات وتجارب فى الظروف الطبيعية للحيوانات البرية (النشطة) ونظائرها من الحيوانات المنزلية الأقل نشاطا، وفى أعقاب الحربين العالميتين: الأولى والثانية، وعند تشريح عدد كبير من جثث ضحايا الحرب، لوحظت زيادة فى حجم القلب لدى جثث الجنود المدربين مقارنة بأقرانهم من الأفراد العاديين، ولقد ساعد التطور الكبير فى استخدام التصوير بالأشعة، وما تلى ذلك من استخدام الجهاز رسم القلب الكهربائى Electrocardiograph فى دراسة العديد من التغيرات المورفولوجية والفسيولوجية لعضلة القلب.

وفى دراستنا لجانب تغيرات حجم القلب، وتحديدا فيما يتعلق بتضخم القلب، تجدر الإشارة إلى أنه ليست فى جميع الأحوال تعتبر ظاهرة تضخم القلب مؤشرا صحيا، حيث قد يحدث نوع من التضخم القلبى الذى يرجع إلى عوامل مرضية مثل حالات تلف الصمام الأورطى Valve Aortic وما ينشأ عنها من مضاعفات تؤدى إلى زيادة حجم القلب وزيادة سمك جدران البطينين فى محاولة لتكيف القلب مع مشكلة تلف الصمام واحتياج البطين لدفع كمية اضافية من الدم الراجع من الشريان الأورطى نتيجة عدم غلق الصمام بصورة محكمة، كما أنه فى دراستنا لظاهرة زيادة حجم القلب ينبغى أن نعرف كيف نفرق بين ظاهرتين هما: القلب الرياضى والقلب المتضخم مرضيا، وحيث إن الفرد الرياضى (اللاعب) هو محور دراستنا فى هذا الكتاب؛ لذا سوف يكون عرض الموضوع مقتصرا على دراسة القلب الرياضى، وقبل عرض التفسيرات الخاصة بتلك الظاهرة يمكننا أن نستعرض بعضا من حدود الزيادة فى حجم القلب لدى الأفراد الرياضيين وأقرانهم من غير الرياضيين.

حدود قياسات حجم القلب لدى الرياضيين وغير الرياضيين:

أوضحنا - فيما سبق - أن حجم القلب لدى الشخص السليم البالغ يقدر بحجم قبضة اليد وهى مضمومة، وأن وزن القلب فى هذه الحالية يكون فى حدود ٣٥٠ جراما، ويبلغ طول القلب حوالى ١٢ سم وسمكه من الأمام إلى الخلف فى حدود ٦ سم.

ولقد أوضح «شيفر» ١٩٨١ Shaver بأن القطر العرضى للقلب The Trans-verse Diameter Of The Heart يبلغ لدى الرجال مقدار ١٢,١٣ سم بينما هو أقل لدى الإناث حيث يبلغ ١٠,٦٧ سم، ولقد احتسبت نسبة وزن القلب إلى وزن الجسم

www.hollanduniversity.org

لدى الأفراد فى الأعمار السنية مـا بين ١٠ سنوات، ٦٠ سنه فبلغ للإناث مقدار ٨٥ - ٩٠٪ من متـوسط الذكور، وبعـد عمر ٦٠ سنه تتـساوى هذه المقادير لـكلا الجنسين، وخلال المرحلة العمرية من ٢٤ - ٣٨ سنة يقـدر حجم القلب لدى الذكور الأصحاء من غير المدربين بنحو ٧٦٩ سم٣ ولدى الأناس بنحو ٥٦٠ سم٣، بينما يتراوح الحجم لدى الأفراد المدربين فى نفس المرحلة العمريه ما بين ٩٨٦ سم٣ للذكور، ٦٩١سم٣ للإناث، وتشير العـمليات الحسابيـة الأخيرة إلى استـخدام ما يعرف بحـجم القلب النسبى الذى يعتـمد على قيـاسات كل من: حجم القلـب ووزن الجسم ،ويتم حسـاب حجم القلب النسبى وفقا للمعادلة التالية:

$$\text{حجم القلب النسبى} = \frac{\text{حجم القلب (سم٣)}}{\text{وزن الجسم (كجم)}} = (\ldots\ldots) \text{ كجم / سم٣}$$

ولقـد أوضح «علاوى وأبو العـلا» ١٩٨٤ بأنه بشكل عـام فـإن نسبـة ٦٠٪ من الأشخاص غير المدربين يتـراوح الحجم الكلى للقلب لديهم ما بين ٦٠٠ - ٩٠٠ سم٣ بينما لدى نفس النسـبة المئوية (٦٠٪) من الأشخاص المدربين يتـراوح حجم القلب ما بين ٧٠٠ - ١١٠٠ سم٣، وحجم القلـب لدى الأفراد الرياضيـين عادة يبلغ ومـتوسط مقداره ٩٩٠ سم٣ ± ١١ سم٣ أى بزيادة مقـدارها حوالى ٣٠٪ عن الأشـخاص غـير الرياضيين.

ولقد أشارت نـتائج بعض الدراسات إلى إمكانية حـدوث زيادة فى حجم القلب خلال الموسم التدريبى تـتراوح بين ١٥-٢٠٪ ، وأضاف «أبو العلا وصبـحى حسانين» ١٩٩٧ بأن زيادة التمـدد فى عضلة القلب يكون فى حدود فسـيولوجية معـينة حيث إن الزيادة المفرطة لتمدد القـلب والتى تصل بحجم القلب إلى ما يزيد عن ١٢٠٠سم٣ قد يتبدل فيـها التحدد الفسيولـوجى إلى تمدد مرضى حتى لدى الرياضيين أنفسـهم كنتيجة لآثار التدريب الخاطئ.

القلب الرياضى: Athlet's Heart تفسيرات حول الظاهرة.

نستـعرض فيمـا يلى تحليلنا الخاص لأسبـاب حدوث ظاهرة القلب الرياضى من خلال استنادنا إلى عدد كبيـر من الحقائق والتفسيرات العلمية التى يمكن تلخيـصها فيما يلى:

www.hollanduniversity.org

* الحقيقة التى تنص على أن: «العضو الذى يعمل ينمو ويتطور والعضو الذى لا يعمل ينكمش ويضمر» ويعتبر النشاط والجهد البدنى محفزا قويا لنشاط وعمل القلب، وبالتالى تكون زيادة حجم القلب نتيجة معبرة عن تلك الحقيقة .

* القلب عضلة - كالعضلات الهيكلية - تنمو وتزداد حجما بالتدريب، وزيادة عمليات انقباض وانبساط عضلة القلب وخاصة تحت تأثير الجهد البدنى، تحدث تغيرا مورفولوجيا فى القلب كعضلة يترتب عليها زيادة الحجم.

* القلب كمضخة للدم، يحتاج الرياضيون إلى دفع كميات كبيرة من الدم لمواجهة الأعباء البدنية والفسيولوجية المطلوبة لممارسة الرياضة أو النشاط البدنى، وقد تصل الحاجة إلى مقدار دفع قلبى Cardiac Output يعادل ثلاثة أو أربعة أضعاف كمية الدم الموجودة بالجسم فى بعض حالات الجهد البدنى (١٥-٢٠ لتر/ق)، ووفقا لقانون «ستارلنج» Starling يمكن للقلب الرياضى دفع كميات الدم المطلوبة تحت تأثير الجهد البدنى نتيجة زيادة تمدد ألياف عضلة القلب إلى أقصى حدودها التشريحية - الوظيفية، وهذا ما يميز الرياضيين عن غيرهم.

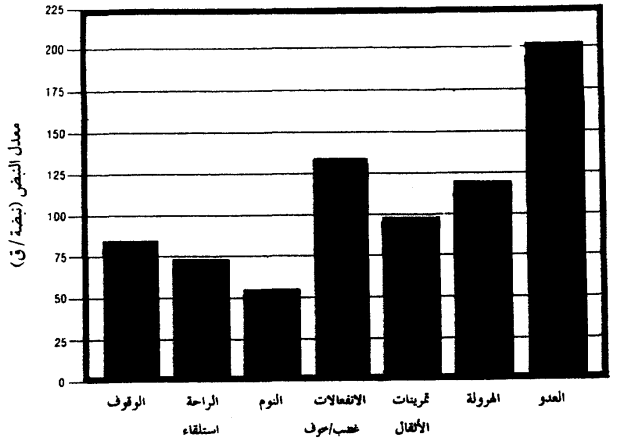
وتبعا لتكرار عمليات التدريب الرياضى تزداد ألياف العضلة القلبية تمددا وقوة فى نفس الوقت وبالتالى تحدث الزيادة فى حجم القلب.

* تمدد ألياف عضلة القلب لدى الرياضيين سوف ينتج عنه اتساع تجاويف القلب (حجرات القلب) Heart Chambers بشكل عام واتساع البطينين بشكل خاص والمحصلة النهائية لذلك هى أيضا زيادة حجم القلب.

* يتدرب الرياضيون تحت تأثير أحمال تدريبية تشكل ضغطا Stress كبيرا على وظائف القلب، يصل فى بعض مستويات الحمل إلى ما يمثل تحديا Chal-lenge حقيقيا لقدرات القلب القصوى، فجرعات التدريب التى قد تصل إلى ١٠ أو ١٢ جرعة فى الأسبوع بمعدل ساعة ونصف إلى ساعتين تقريبا فى الجرعة التدريبية الواحدة وأحجام التدريب التى قد تصل إلى ما يقارب من ٤٠ كيلو مترا فى برامج تدريب لاعبى المضمار يوميا، وشدات حمل التدريب والمنافسة التى تمكن اللاعب من تحطيم أرقاما زمنية قياسية فى عدو أو سباحة المسافات القصيرة. . . . وغيرها من أنواع الرياضات تستلزم زيادة فى قوة

www.hollanduniversity.org
انقباض عضلة القلب، وتحدث قوة الانقباض تلك نتيجة الزيادة المورفولوجية فى سمك ألياف عضلة القلب وخاصة البطينين.

* تمثل رياضات التحمل Endurance Sports (جرى الماراثون، اختراق الضاحية، سباحات جرى المسافات الطويلة، سباقات الدراجات الطريقة والتجديف.. وغيرها) نوعا خاصا من الجهد البدنى الذى يتميز بالتكرار لفترة طويلة من الوقت فى مواجهة مقاومات تتمثل فى (ثقل الجسم - تيارات الهواء والرياح - مقاومة الماء - مقاومة الاحتكاك بالأرض فى الدراجات ...) وقد يصل زمن الجهد المتواصل فى مثل تلك الرياضات إلى ما يزيد عن الساعة ويمتد إلى عدة ساعات وهذا يتطلب نوع من الكفاءة الخاصة لعضلة القلب تتكيف فيها للمتطلبات والأعباء البدنية بنوعى التغير: المورفولوجى والفسيولوجى على السواء .



شكل (٣٣)

استجابة معدل القلب لتأثيرات عوامل متنوعة

www.hollanduniversity.org

تأثير خصوصية التدريب على حجم القلب:

The Specificty of Training And It's Effect to The Heart Volume.

يؤثر مبدأ خصوصية التدريب الرياضى الذى سبق شرحه فى الفصل الأول من هذا الكتاب على حجم القلب لدى الرياضيين، فطبيعة تخصص اللاعب فى رياضة معينة ونوعية الإعداد البدنى والتدريب الخاص بتلك الرياضة ينعكس على بعض تغيرات حجم القلب لدى اللاعب، **وهناك عدد من الحقائق التى توصل إليها العلماء والباحثون فى هذا المجال نذكر منها ما يلى:**

١- يزيد حجم القلب لدى رياضيى ألعاب التحمل (الرياضات الهوائية) أكثر من زيادته لدى لاعبى القوة أو السرعة أو القدرة العضلية، ويوضح جدول (١٧) نماذج من تقديرات حجم القلب لدى لاعبى بعض الرياضات المختلفة باستخدام طريقة التصوير بأشعة X.

٢- قد تتساوى أو تتقارب أحجام القلب لدى لاعبى رياضات القوة والسرعة والقدرة العضلية (ألعاب الوثب والقفز والرمى ورياضات المصارعة والملاكمة...) مع أحجام القلب لدى الأفراد الأصحاء من غير المدربين ممن هم فى نفس العمر والظروف.

٣- حتى داخل الفريق التدريبى الواحد لألعاب التحمل، توجد فروق فردية واختلافات فى حجم القلب ترجع إلى عدة عوامل من أهمها العمر التدريبى للاعب أى عدد السنوات التى قضاها فى ممارسة الرياضة التخصصية، كما أن الانتظام فى المران والتدريب عامل مهم جدا يؤثر فى مقدار الاختلافات الفردية بين اللاعبين فيما يتعلق بحجم القلب.

٤- الرياضات التى يتميز أداء الجهد البدنى فيها بالإيقاعية Rhythmatic أى الأداء بمعدل إيقاع منتظم وثابت تقريبا كالمشى والجرى، والتبديل على الدراجة وحركات الشد Strok فى السباحة والتجديف، وتمرينات الرقص الهوائى Aerobic Dance وغيرها... تؤدى إلى زيادة حجم القلب بدرجة أكبر من غيرها من أنواع الرياضات التى لا تتميز بهذا العنصر (الإيقاعية).

www.hollanduniversity.org

جدول (١٧)

تقديرات حجم القلب لدى لاعبى رياضات متنوعة

باستخدام التصوير بأشعة إكس X Ray

فئات الرياضيين Sports Categories	عدد اللاعبين عينة الدراسة	متوسط حجم القلب (ملل ML)	المدى Range
الأفراد العاديون	٦٧	٧٩٠	٤٩٠ - ١٠٨٠
المصارعون ولاعبو الوثب	٣٠	٧٨٢	٦١٠-٩٢٠
السباحون، لاعبو كرة القدم، ولاعبو التنس	٨٦	٨٧٦	٦٠٥-١١٣٠
لاعبو التزحلق، جرى المسافات الطويلة، والسباحون	٦٦	٩٢٣	٦٤٥-١١٨٠
لاعبو المستوى العالمى فى الدراجات	١٨	١١٠٤	١٤٦٠-٨٨٠

نقلا عن «مك أردل، كاتش، كاتش» McArdle, Katch andKatch,1996

٥- تكون زيادة حجم القلب لدى رياضيو التحمل - وفقا لطبيعة تدرياتهم- على حساب كل من: زيادة حجم تجاويف القلب وزيادة سمك جدار القلب فى نفس الوقت.

٦ - فى حال حدوث زيادة فى حجم القلب لدى رياضيى ألعاب القوة والسرعة والقدرة العضلية - طبقا لخصوصية تدرياتهم- فإنها تكون فى الغالب على حساب زيادة سمك جدران عضلة القلب أكثر من كونها على حساب زيادة حجم القلب ككل أو اتساع حجم غرف (تجاويف) القلب.

٧- الظاهرة الصحية لتأثير الرياضة على زيادة حجم القلب هى التى تتمثل فى العلاقة الإيجابية بين زيادة حجم القلب ومقدار حجم الدفع القلبى Cardiac Output وكذا العلاقة الإيجابية بين حجم القلب ومقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين Vo_2 max ويعتبر ذلك عاملا مميزا للقلب الرياضى عما هو يحدث بالنسبة للتضخم فى حجم القلب.

www.hollanduniversity.org

ثالثا: استجابات حجم الدفع القلبى Cardiac Output Responsis:

يعرف الدفع القلبى بأنه: «حجم الدم المدفوع من القلب فى الدقيقة الواحدة، ويتراوح مقداره لدى الأشخاص الأصحاء البالغين فى حالة الراحة ما بين ٤,٥ - ٥ لترات» ويرتبط حجم الدفع القلبى بمتغيرين أساسيين هما: حجم الضربة الواحدة للقلب، والمقصود بذلك حجم الدفع القلبى من القلب بواسطة البطين الأيسر فى كل ضربة، ويطلق عليه اختصارا مصطلح: حجم الضربة (Strock Volume (SV، والمتغير الثانى ذو العلاقة الوطيدة بالدفع القلبى هو معدل القلب Heart Rate (HR) الذى ذكرنا فيما سبق بأنه يبلغ فى المتوسط مقدار ٧٢ نبضة/ق، ويتراوح ما بين ٧٠ - ٧٥ نبضة/ق لدى الأشخاص الأصحاء البالغين فى حالة الراحة.

وتجدر الإشارة هنا إلى أن حجم الضربة SV فى الظروف العادية يكون فيما بين ٦٠ - ٨٠ ملليترا بمتوسط مقداره ٧٠ ملليترا، ويحسب ناتج القلب أو حجم الدفع القلبى بواسطة المعادلة التالية:

$$CO = SV \times HR$$

حجم الدفع القلبى = حجم الضربة × معدل القلب

وعلى سبيل المثال: إذا كان حجم الضربة SV = ٧٢ ملليترا، وبلغ معدل القلب ٧٠ نبضة/ق، فإن حجم الدفع القلبى Q يحسب فى هذه الحالة كالتالى:

حجم الدفع القلبى Q = حجم الضربة SV × معدل القلب HR

= ٧٢ × ٧٠ = ٥٠٤٠ ملليترا (٥ لترات تقريبا)

اختلافات حجم الدفع القلبى بين الرياضيين وغير الرياضيين:

فى الظروف العادية وفى حالة الراحة لا يكون هناك اختلاف يذكر فى حجم الدفع القلبى بين الرياضيين وأقرانهم من غير الرياضيين، إلا أن تلك الفروق تبدو واضحة بدرجة كبيرة عند أداء الجهد البدنى، وكلما زادت شدة الحمل زاد التفاوت فى

www.hollanduniversity.org
حجم الدفع القلبى، ويكون ذلك - بلا شك - لصالح الرياضيين، وهذا الفرق الواضح يكون على حساب حجم الضربة SV أكثر من كونه على حساب معدل القلب HR.

يشير «باورز، وهولى» Powers & Howley, 2001 إلى أنه من خلال عدد من الدراسات التى أجريت على الطلاب الجامعيين من الجنسين لمقارنة تغيرات الدفع القلبى لغير الرياضيين وأقرانهم من لاعبى رياضات التحمل عند أداء جهد بدنى أقصى، بلغ متوسط حجم ضربة القلب ١١٠ ملليتر لدى غير الرياضيين من الذكور، فى حين بلغ المتوسط نحو ١٨٠ ملليترا لدى أقرانهم من لاعبى رياضات التحمل، إلا أن معدل القلب عند نفس المستوى من الجهد كان بمتوسط ٢٠٠ نبضة/ ق لدى غير المدربين، وكان لدى المدربين بمتوسط ١٩٠ نبضة/ ق، ويستخلص من ذلك بأن حجم الدفع القلبى عند مستوى الحمل الأقصى وفقا لنتائج هذه الدراسات قد يشير إلى نحو ٢٢ لترا/ ق لدى غير الرياضيين من الذكور، فى حين قد يصل إلى نحو ٣٤ لترا/ ق لدى رياضيى ألعاب التحمل من الطلاب الجامعيين، ويعرض جدول (١٨) تفصيلا لمجمل نتائج عدد من الدراسات فيما يتعلق بهذا الموضوع، إلا أنه بشكل عام فإن حجم الدفع القلبى عند مستوى الجهد الأقصى يتراوح بين ١٥ - ٢٠ لترا/ ق لدى غير الرياضيين، ويكون فى حدود ٢٥ - ٣٥ لترا/ ق لدى الرياضيين، وفى نطاق محدود للغاية قد يصل الحجم إلى أكبر من ذلك، حيث أوضح «شيفر» Shaver, 1981 بأنه عند مستوى التدريب الأقصى قد يبلغ حجم الدفع القلبى لدى الرياضيين مقدار ٤٠ لترا/ ق.

www.hollanduniversity.org

جدول (١٨)

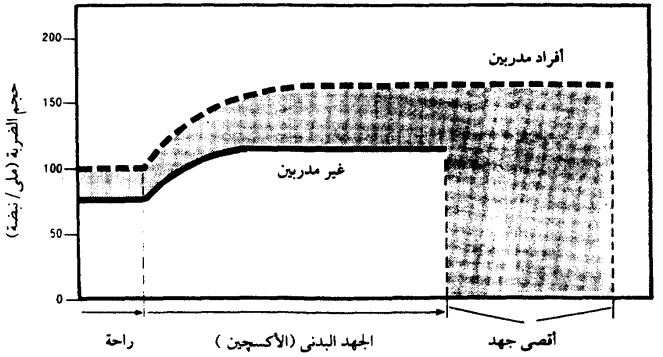
قيم حجم الضربة SV ومعدل القلب HR وحجم الدفع القلبى Q فى حالتى: الراحة والجهد الأقصى للرياضيين وغير الرياضيين

الحالة State	العينة Subject	معدل القلب HR نبضة/ ق		حجم الضربة SV مليلتر/ ق		الدفع القلبى Q لتر/ ق
راحة Rest	ذكور غير رياضيين	٧٢	×	٧٠	=	٥,٠٠
	إناث غير رياضيات	٧٥	×	٦٠	=	٤,٥٠
	ذكور رياضيون	٥٠	×	١٠٠	=	٥,٠٠
	إناث رياضيات	٥٥	×	٨٠	=	٤,٥٠
أقصى جهد Maximum Exercise	ذكور غير رياضيين	٢٠٠	×	١١٠	=	٢٢,٠
	إناث غير رياضيات	٢٠٠	×	٩٠	=	١٨,٠
	ذكور رياضيون	١٩٠	×	١٨٠	=	٣٤,٢
	إناث رياضيات	١٩٠	×	١٢٥	=	٢٣,٩

نقلا عن: «باورز، وهولى» Powers & Howley, 2001, p 187.

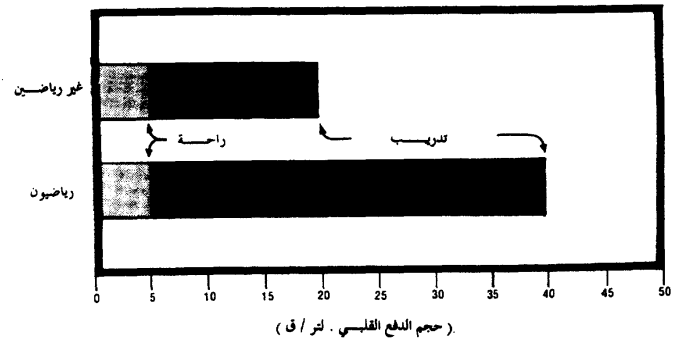
المصادر: مجموعة من الدراسات التى أجريت على الطلاب الجامعيين من لاعبى رياضات التحمل وأقرانهم غير المدربين، متوسط وزن الجسم BW للذكور ٧٠ كجم والإناث ٥٠ كجم.

www.hollanduniversity.org



شكل (٣٤)

الفروق فى حجم ضربة القلب SV بين الأفراد المدربين وغير المدربين



شكل (٣٥)

حجم الدفع القلبى لعينة من الرياضيين وغير الرياضيين أثناء التدريب

(عن: شيفر Shaver, 1981)

www.hollanduniversity.org

الإجراءات العملية لقياس معدل النبض:

يمكن الإحساس بالنبض على أى سطح من الأسطح التى تمر بها الشرايين ملاصقة لها لقياس سرعة النبض، يمكن حسابه عن طريق الشريان العضدى (الملامس للسطح الداخلى نسبيا للعضد) وعلى أسطح الشريان الصدغى، وشريان الرقبة (السباتى) Carotid Artery، وكذا على شريان القدم عند الرسغ من الداخل وشريان وجه القدم، كما يمكن حساب النبض وقياسه عن طريق قمة القلب، حيث ترتفع تجاه القفص الصدرى، ويكون ذلك واضحا بعد أداء المجهود الرياضى.

وفى الغالب تقاس سرعة النبض عند الشريان الكعبرى Radial Artery (الناحية الوحشية للساعد مباشرة فى المنطقة الأعلى من رسغ اليد) والملامسة للنهاية العريضة للعظم الكعبرى، وملامسة يد المختبر للفحوص فى هذه المنطقة تتيح له الفرصة لقياس عدد مرات النبض لفترة زمنية محددة (١٠ ثوان - ٣٠ ثانية - دقيقة) ومعدل النبض يحسب دائما فى الدقيقة.

ويقاس النبض فى الحالة العادية (الراحة) بعد إجراء الأسئلة الطبيعية عن الحالة العامة للفرد.. هل يشعر بمرض أو تعب أو إرهاق.. وعند الانتهاء من ذلك يتم قياس النبض من فوق الشريان الكعبرى لمدة (١٠ ثوان) مع تكرار القياس ٦ مرات حتى يتم حساب مرات النبض فى الدقيقة وفى نفس الوقت يعرف مدى انتظام النبض، ويعتبر النبض منتظما إذا كان عدد النبضات فى كل (١٠ ثوان) من مرات التكرار لم تختلف عن بعضها بزيادة نبضة واحدة، ومثال ذلك:

النبض تم قياسه ٦ مرات × ١٠ ثوان وكانت القياسات كما يلى:

(١٠ ، ١٠ ، ١١ ، ١٠ ، ١٠ ، ١٠) نبضة

أما عدم انتظام النبض فهو التذبذب الزائد لعدد مرات النبض فى فترة الـ (١٠ ثوان)، وعلى سبيل المثال:

(٩ ، ١٢ ، ١٠ ، ١٣ ، ١١ ، ٨) نبضة.

وهناك طرق عدة لحساب سرعة النبض، ومنها قياسه لمدة ١٥ ثانية وضرب الناتج × ٤ أو قياسه لمدة ٦ ثوان وضرب الناتج × ١٠.

www.hollanduniversity.org

(أ)

(ب)

شكل (٣٦)

طريقة قياس معدل النبض

شكل (أ) من الشريان السباتى Caroted Artery

الشكل (ب) ومن الشريان الكعبرى للساعد Radial Artery

تطبيقات قياس ضغط الدم:

يستخدم جهاز السفيجمومانوميتر شكل (٣٧) فى قياس ضغط الدم، ويتكون الجهاز من كيس مطاط يتصل بمضخة يدوية صغيرة مع صمام لتخفيف خروج الهواء ومؤشر يعبر عن مقدار الضغط.

شكل (٣٧)

طريقة قياس ضغط الدم

www.hollanduniversity.org

ولقياس ضغط الدم يلف الكيس المطاط حول ذراع الطالب من فوق الكوع، ويدفع الهواء بالمضخة اليدوية، ثم توضع السماعة على الجلد عند الشريان العضدى ليسمع النبض حتى يختفى صوته تماما، وبواسطة الصمام يتم إخراج الهواء بالتدريب وببطء من الكيس المطاط حتى يسمع أول صوت مميز، وذلك نتيجة اندفاع الدم، وفى نفس الوقت تلاحظ قراءة المؤشر، ويكون هذا هو الضغط الانقباضى ويستمر فى خروج الهواء من الكيس المطاط إلى أن يختفى الصوت من السماعة. وفى هذه اللحظة تدل القراءة على أقل ضغط فى الشريان وهو يعادل الضغط الانبساطى.

تطبيقات تقدير حجم الدفع القلبى:

أولا: تقدير حجم الدفع القلبى بدلالة قياسات ضغط الدم:

يمكن تقدير حجم الدفع القلبى باستخدام أحد الطرق المبسطة والتى تعتمد على نتائج قياسات ضغط الدم الانقباضى SBP وضغط الدم الانبساطى DBP وفق الإجراءات التالية:

١ ـ يتم تسجيل عمر الشخص بالسنوات.

٢ ـ تسجيل قياسات ضغط الدم الانقباضى والانبساطى.

٣ ـ يحسب تقديرا حجم ضربة القلب SV من خلال معادلة «ستار» Starr التى أوردها «أبو العلا عبد الفتاح ومحمد صبحى حسانين» ١٩٩٧م عن «ستار» وآخرين ١٩٥٤ .Starr et al.

حجم الضربة (سم^{٣}) = ١٠٠ + ٥,٠ (ضغط الدم الانقباضى - ضغط الدم الانبساطى) - [٦,٠ (الضغط الانبساطى) - ٦,٠ (العمر بالسنوات)].

٤ ـ يحسب حجم الدفع القلبى من خلال المعادلة المعروفة:

حجم الدفع القلبى CO = حجم الضربة × معدل النبض فى الدقيقة

وعلى ذلك نذكر المثال التالى:

أجريت له قياسات ضغط الدم فكانت (١٢٠/ ٨٠ مم.ز) فكيف يمكن تقدير حجم الدفع القلبى بالنسبة للاعب من خلال هذه البيانات؟

الحل:

حيث إن قراءات ضغط الدم هى = ١٢٠ مم.ز (ضغط الدم الانقباضى)، ٨٠ مم.ز (ضغط الدم الانبساطى).

عند تطبيق معادلة حجم الضربة S.V يتضح الآتى:

حجم الضربة (سم^{٣}) = ١٠٠ + ٠,٥ (ضغط الدم الانقباضى - ضغط الدم الانبساطى) - [٠,٦ (الضغط الانبساطى) - ٠,٦ (العمر بالسنوات)].

= ١٠٠ + (٠,٥ × ٤٠) - [(٠,٦ × ٨٠) - (٠,٦ × ٢٥)]

= ١٠٠ + (٢٠) - [٤٨ - ١٥]

= ١٢٠ - ٣٣

= ٨٧ ملليترا

∴ حجم الدفع القلبى = حجم الضربة × معدل النبض

= ٨٧ × ٥٨ = ٥٠٤٦ ملليترا = ٥ لترات تقريبا

ثانيا: تقدير حجم الدفع القلبى بدلالة استهلاك الأكسجين:

يمكن تقدير حجم الدفع القلبى إذا كان معلوما لدينا مقدار استهلاك الأكسجين من خلال المعادلة التالية:

حجم الدفع القلبى (لتر/ق) CO = ٥,٧ × حجم استهلاك الأكسجين (لتر/ق) + ٣,٦

ثالثا: تقدير حجم الدفع القلبى بدلالة المقاومة الطرفية الكلية للدم:

يذكر «مك أردل، كاتش، كاتش ١٩٩٦ أنه يمكن بمعلومية تقدير المقاومة الطرفية الكلية Total Peripheral Resistance حساب حجم الدفع القلبى وذلك من خلال المعادلة التالية:

حجم الدفع القلبى CO = ضغط الدم ÷ المقاومة الطرفية الكلية

www.hollandunivers ity.org

www.hollanduniversity.org

فسيولوجية وتركيب الدم:

الدم سائل أحمر لزج، كثافته تبلغ (٣-٤) أضعاف كثافة الماء وحجمه فى جسم الإنسان يمثل حوالى ٨٪ من إجمالى الوزن، أى ما يقرب من مقدار ٥,٥ لتر فى جسم الإنسان البالغ الذى يزن ٧٠ كيلوجرام، والدم يعتبر نوع خاص من الأنسجة الضامة أو الرابطة Connective tissues فهو عبارة عن سائل (البلازما) الذى تسبح فيه خلايا الدم (الكريات والصفائح الدموية) التى تمثل خلايا هذا النسيج، إلا أن الدم يعتبر أكثر أنسجة الجسم ديناميكية وحركة عبر أجزاء الجسم المختلفة ومن خلال الأوعية الدموية المتعددة، ولذا يعرف الدم بالنسيج السائل أو النسيج الوعائى، ولا يحتوى الدم على أى نوع من الألياف.

تركيب الدم Blood Componant:

يتركب الدم من جزأين أساسين هما:

١- البلازما: Plasma

وهى سائل شفاف يميل إلى اللون الأصفر الفاتح، وتمثل البلازما ما نسبة ٥٥٪ من حجم الدم أى حوالى ثلاثة لترات تقريبا.

٢- كرات الدم: Blood Corpuscles

وهى عبارة عن خلايا دموية فى شكل كريات تسبح فى بلازما الدم وتمثل نسبة ٤٥٪ من تركيب الدم، أى ما يقارب حوالى لترين ونصف اللتر، وتشتمل على كرات الدم الحمراء وكرات الدم البيضاء والصفائح الدموية.

تركيب بلازما الدم:

يعتبر الماء هو المكون الرئيسى لبلازما الدم حيث يمثل نسبة ٩٠٪ من تركيب البلازما، والنسبة الباقية ١٠٪ تقريبا هى عبارة عن مواد ذائبة فى البلازما وتتمثل فى:

١- **بروتينات البلازما** Plasma proteins وتمثل النسبة الغالبة من المواد الذائبة فى البلازما (٧٠٪) وتشتمل على أربعة أنواع من البروتينات هى:

www.hollanduniversity.org

أ- **الألبيومين** Albumin وهو نوع من البروتين يمكن للجسم استخدامه كغذاء فى حالة التعرض للجوع الشديد، كما يقوم بنقل بعض المواد مثل الكالسيوم.

ب- **الجلوبيلين** Globulins و ينقسم فرعيا إلى ثلاثة أنواع هى «جلوبيلين ألفا» ويقوم بنقل بعض المواد مثل هرمونى الكورتيزون والثيروكسين وفيتامين B12، «جلوبيلين بيتا» ويقوم بنقل الكوليسترول والدهون والفيتامينات القابلة للذوبان فى الدهون مثل A,D,K، والنوع الثالث هو «جلوبيلين جاما» ويشتمل على أجسام مضادة خاصة بجهاز المناعة فى الجسم Antibodies.

٢- **المواد الغذائية والهرمونات والمواد المضادة:** (٢٪ من حجم البلازما) ويشتمل هذا القسم من تركيب البلازما على سكر الجلوكوز Glucose والأحماض الأمينية Amino Acids والمواد الدهنية Lipids والأحماض الدهنية Fatty Acids والهرمونات Hormones وبعض الأنزيمات Enzymes والفيتامينات Vitamins كما تحتوى البلازما على بعض الفضلات مثل البولينا Urea وحامض البوليك Uric Acid والنوشادر Amonia ويمثل الجدول التالى بعض قيم تركيب البلازما من هذه المكونات:

جدول (١٩)

الحدود الطبيعية لقيم بعض مكونات البلازما

م	نوع المادة	النسبة المئوية لتكوينها فى البلازما
١	سكر الجلوكوز Glucose	١٠٠ مليجرام ٪ فى حالة الصيام تزيد قليلا بعد تناول الطعام
٢	دهون متعادلة Neutral Fats	١٥٠ مليجرام ٪ وهى دهون ناتجة عن اتحاد الجليسرون بالأحماض الدهنية
٣	كوليسترول Cholesterol	١٥٠ - ٢٥٠ مليجرام ٪
٤	بولينا Urea	٢٠ - ٤٠ مليجرام ٪
٥	حامض البوليك Uric Acid	٣ - ٧,٥ مليجرام ٪
٦	النوشادر Amonia	٠,٠٤ - ٠,٠٧ مليجرام ٪

www.hollanduniversity.org

٣ - **الأملاح والغازات**: Salts & Gases (١ ٪): بالنسبة للغازات يبلغ ضغط الأكسجين الذائب فى بلازما الدم الشريانى ١٠٠ مليمتر زئبق وضغط ثانى أكسيد الكربون ٤٠ مليمتر زئبق وينخفض ضغط الأكسجين الوريدى فى البلازما إلى ٤٠مليمتر زئبق، حيث يتوزع على أنسجة الدم ويزداد ضغط ثانى أكسيد الكربون إلى ٤٦مليمتر زئبق، أما بالنسبة للأملاح، فتمثل الأملاح غير العضوية النسبة الغالبة على ذلك وهى تشمل أملاح الصوديوم والكالسيوم والبوتاسيوم والمغنسيوم والفوسفور.

وظائف البلازما:

تتلخص وظائف البلازما فى النقاط التالية:

١- تساعد فى المحافظة على حجم وضغط الدم.

٢- تساهم فى تنظيم الأس الهيدروجينى للدم pH.

٣- تساعد فى مناعة ومقاومة الجسم للمرض.

٤- تساعد على تكوين الجلطة الدموية.

٥- تمثل جزءا من لزوجة الدم.

٦- تمثل احتياطى للبروتين الذى يلجأ إليه الجسم فى حالة المجاعة (الجوع الشديد).

٧- تقوم بوظيفة حمل ونقل الهرمونات والفيتامينات والغازات.

٨- تساهم فى تنظيم الضغط الأسموزى للدم.

وظائف الدم:

وظائف الدم تعنى وظائف مجمل مكوناته من البلازما والخلايا أو الكرات الدموية وتتلخص أهم وظائف الدم فيما يلى:

١- **وظيفة التنفس**: حيث يقوم الدم بإمداد أنسجة الجسم المختلفة بالأكسجين الداخل إلى الرئتين عبر هواء الشهيق، كما يقوم بتخليص الجسم من ثانى

www.hollanduniversity.org
أكسيد الكربون الناتج عن احتراق الغذاء فى الخلايا بواسطة نقله إلى الرئتين لطرحه مع هواء الزفير.

٢- **وظيفة المناعة والدفاع:** تحتوى البلازما على أجسام مضادة سبق تجهيزها لمجابهة العدوى بالجراثيم المختلفة، كما تقوم كرات الدم البيضاء بأنواعها المختلفة بالتعامل مع الجراثيم والتخلص منها أو تكوين أجسام مضادة لها، وتساعد تلك الوظائف على وقاية الجسم من الأمراض وتوفير وسائل المناعة الطبيعية اللازمة لذلك.

٣- **وظيفة التخلص من الفضلات:** يقوم الدم بحمل فضلات الخلايا - القابلة للذوبان فى الماء - مثل البولينا وحامض البوليك وينقلها إلى أعضاء الإخراج مثل الكليتين والغدد العرقية للتخلص منها فى البول والعرق، كما يقوم الدم بحمل الفضلات الغازية إلى الرئتين لتطرح عبر هواء الزفير.

٤- **وظيفة المحافظة على نسبة الماء فى الجسم:** هناك كمية من الماء تدخل الجسم عن طريق الطعام والشراب، وكمية أخرى تطرح من الجسم عن طريق البول أو العرق أو هواء الزفير، وعلى الرغم من ذلك تبقى نسبة الماء فى الجسم ثابتة حيث يقوم الدم بنقل الماء الوارد إلى الخلايا ونقل الماء الزائد عن حاجة الخلايا إلى أعضاء الإخراج للتخلص منه، ومن ثم تبقى نسبة الماء ثابتة فى الجسم.

٥- **تنظيم وظائف أعضاء الجسم ودرجة الحرارة:** يقوم الدم بنقل الهرمونات التى تفرزها الغدد الصماء بالجسم، وكذلك نقل الأنزيمات وهى العوامل المساعدة على حدوث التفاعلات الكيميائية من موقع إلى آخر فى الجسم، حيث تلعب الهرمونات والأنزيمات دورا حيويا فى غاية الأهمية بالنسبة لوظائف الجسم الحيوية.

وحيث يحتوى الدم على نسبة كبيرة من الماء (٩٠٪ من تركيب البلازما) ويتميز بخصائص فريدة فى التعامل مع الحرارة حيث يحمل الحرارة التى يكتسبها من الأنسجة النشطة الدافئة فيعمل على تبريدها، ويختزن تلك الحرارة لينقلها إلى الأنسجة الباردة فيعمل على تدفئتها، وعندما ترتفع حرارة الأنسجة لدرجة كبيرة يتبخر جزء من الماء ويخرج عبر مسام سطح الجلد فى

www.hollanduniversity.org

شكل عرق أو فى شكل بخار الماء الذى يخرج فى هواء الزفير ناقلا معه بعضا من حرارة الجسم، ومن ثم تظل درجة حرارة الجسم ثابتة تقريبا.

٦- **وظيفة نقل الغذاء:** بعد هضم وامتصاص الغذاء فى الجهاز الهضمى يقوم الدم بنقل الغذاء فى صورته النهائية إلى أجزاء الجسم المختلفة، كما يمكن للجسم اللجوء إلى استخدام بعض بروتينات بلازما الدم مثل الألبيومين كغذاء فى حالة الجوع ويقوم الكبد بتعويض هذه الكمية مرة أخرى بعد تناول الطعام.

كرات (خلايا الدم) الحمراء: Red Blood Cells

هى عبارة عن خلايا أو أقراص مستديرة مقعرة السطحين مغلفة بجدار رقيق يحفظ محتوياتها التى تضم نسبة عالية جدا من صبغة تنفسية حمراء وهى «الهيموجلوبين» Hemoglobin مما يعطى الكرة لونها الأحمر المميز، وللهيموجلوبين خاصية ووظيفة ضرورية جدا وهى نقل الأكسجين وثانى أكسيد الكربون من الرئتين وخلايا الجسم.

يبلغ عدد كرات الدم الحمراء حوالى ٥,٥ مليون فى المليمتر المكعب من الدم لدى الرجال، وتصل القيمة إلى حوالى ٤,٨ مليون فى المليمتر المكعب الواحد لدى النساء، وعمر كرات الدم الحمراء حوالى ١٢٠ يوما تموت وتتلف بعد ذلك ويتجدد غيرها باستمرار فى الدم، وعندما يقل عدد كرات الدم الحمراء عن ٤,٥ مليم / مم^3 للرجال أو ٤ مليون / مم^3 للنساء فإن ذلك يعنى التعرض لفقر الدم أو الأنيميا Anemia.

تتلخص الوظيفة الرئيسية لكرات الدم الحمراء فى نقل غازات التنفس حيث تقوم بنقل جميع الأكسجين تقريبا من الرئتين إلى خلايا الجسم، كما تقوم بنقل حوالى ثلث ثانى أكسيد الكربون من أنسجة الجسم المتعددة إلى الرئتين للتخلص منه، كما تشكل كرات الدم الحمراء جزءا من لزوجة الدم، وكما ذكرنا فإن الهيموجلوبين يلعب دورا كبيرا فى الوظائف التنفسية وعملية نقل الغازات مما يعضد الوظيفة الرئيسية لكرات الدم الحمراء، وتبلغ نسبة تركيز الهيموجلوبين فى الدم لدى الرجال ما بين ١٢-١٨ جرام ٪ بمتوسط قدره ١٥ جراما ٪ وللسيدات تبلغ النسبة ما بين ١١-١٦ جراما ٪ وتزيد النسبة لدى الأطفال حديثى الولادة فتصل ما بين ١٦-١٩ جراما ٪ ويحمل الجرام الواحد من الهيموجلوبين حوالى ١,٣٤ ملليتر أكسجين فى المتوسط، وحيث يكون متوسط تركيز

www.hollanduniversity.org

الهيـموجلوبيـن فى دم الرجال مثـلا ١٥ جرامـا ٪ لذا يكون حسـاب قدرة استيـعاب الهيمـوجلوبين للأكسجين فى كل ١٠٠ مليلتـر من الدم = ١,٣٤ مليلتر × ١٥ = ٢٠ مليلترا أكسجين، وهذا ما يطلق عليه مصطلح: سعة الدم الأكسجينية.

جدول (٢٠)

مقارنة الحدود الطبيعية لبعض مكونات الدم لدى الذكور والإناث

مكونات الدم	الحدود الطبيعية Ranges		
	الذكور Male	المتوسط Main	الإناث Female
عدد كريات الدم الحمراء (× ١٢١٠ لكل لتر)	٦,٥-٤,٥		٥,٦-٣,٩
عدد كريات الدم البيضاء (×٩١٠ لكل لتر)		١١-٤	
عدد الصفائح الدموية (×٩١٠ لكل لتر)		٤٥٠-١٥٠	
الهيموجلوبين (جرام لكل ١٠٠مليتر من الدم)	١٧,٥-١٣,٥		١٥,٥-١١,٥
الهيموتاكريت (٪)	٥٢-٤٠		٤٨-٣٦
حمض اليوريك (مليجرام لكل ١٠٠مليتر من الدم)	٨,٩-٤,٠		٧,٨-٢,٣
الصوديم		١٥٠ - ١٣٥	
البوتاسيوم		٥,٥ - ٣,٥	
الكلورايد		١١٠ - ٩٨	
الكالسيوم (مليجرام لكل ١٠٠مليتر من الدم)		١٠,٥ - ٨,٥	
الفوسفور (مليجرام لكل ١٠٠مليتر من الدم)		٤,٥ - ٢,٥	
تركيز الجلوكوز بعد الصيام (مليجرام لكل ١٠٠ ملليتر دم)		١١٤-٦٠	
الألبيومين (جرام لكل ١٠٠مليتر من الدم)		٥,٥ - ٣,٠	
الجلوبيلين (جرام لكل ١٠٠مليتر من الدم)		٤,٠ - ٢,٠	
معدل الألبيومين على الجلوبيلين		٢,٢ - ١,٠	
كمية الحديد الكلية	١٩٠-٤٠		١٨٠-٣٥
البروتين الكلى (جرام لكل ١٠٠ مليتر من الدم)		٨,٥ - ٦,٠	

www.hollanduniversity.org

كرات (خلايا الدم) البيضاء: White Blood Cells

هى عبارة عن خلايا عديمة اللون ليس لها شكل ثابت، تعرف أيضا باسم Leu-cocytes ويتراوح عددها ما بين (٦ - ١٠ آلاف) كرة بيضاء فى المليمتر المكعب الواحد من الدم، بمتوسط قدره ثمانية آلاف خلية، وتنقسم كرات الدم البيضاء إلى نوعين رئيسين هما: الخلايا الحبيبية Granulocytes والخلايا غير الحبيبية Agranulocytes.

الصفائح الدموية: Blood Platelets Thrombocytes

هى أجسام متناهية فى الصغر، ليس لها نواة، ويصعب رؤيتها بواسطة المجهر العادى، يبلغ عددها نحو ٥٠٠,٠٠٠ خمسمائة ألف فى المليمتر المكعب الواحد من الدم، ولها علاقة مباشرة فى حدوث تجلط الدم وإيقاف النزيف فى حالة الجروح.

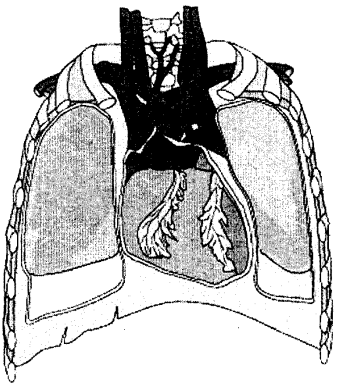
www.hollanduniversity.org

www.hollanduniversity.org

الفصل التاسع

العمليات التنفسية والجهد البدنى

The Respiratory Process and The Physical Effort



www.hollanduniversity.org

مقدمة:

يقصد بعملية التنفس Respiration تلك العملية التى يحدث فيها تبادل الغازات بين الكائن الحى والجو المحيط به، يتم هذا التبادل الغازى ليحصل الجسم على الأكسجين O_2 ويتخلص من ثانى أكسيد الكربون CO_2 وفى الإنسان تشمل عملية التنفس ثلاثة جوانب رئيسية هى:

١- التنفس الخارجى: External Respiration

ويتضمن مرور الأكسجين من الهواء إلى الحويصلات الهوائية فى الرئتين ومن ثم إلى الدم عن طريق تبادل الغازات فى الشعيرات الدموية للرئتين، حيث تتخلص الشعيرات الدموية من ثانى أكسيد الكربون وتحصل على أكسجين الهواء الخارجى.

٢- التنفس الداخلى: Internal Respiration

ويقصد به مرور وانتقال الأكسجين من الدم إلى أنسجة الجسم المختلفة، ولذا يطلق على هذه العملية أيضا مسمى نقل غازات التنفس Transport of Respiratory Gases.

٣- التنفس الخلوى: Cellular Respiratory

وبواسطته يتم الاستغلال الحقيقى للأكسجين فى خلايا الجسم وتتحرر الطاقة اللازمة لنشاط وظائف الجسم من خلال عملية تبادل الغازات بين الدم والخلايا حيث تحصل خلايا الجسم على الأكسجين وينتقل ثانى أكسيد الكربون من الخلايا إلى الدم، وتسمى على هذه العملية أحيانا «التأكسد الحياتى» Biological Oxidation.

الجهاز التنفسى: Respiratory System

يتكون الجهاز التنفسى من جزءين رئيسيين هما:

١- **الجزء الموصل للهواء:** ويشمل الأنف أو الفم، البلعوم Pharynx، الحنجرة Larynx فالقصبة الهوائية Trache ثم الشعبيتين الهوائيتين الرئيستين Bronchus اليمنى واليسرى.

www.hollanduniversity.org

٢- **جزء تبادل الغازات**: وهو الجزء الذى يتم فيه تبادل الغازات بين الهواء الجوى والدم، وهذا الجزء يمثل ٩٠٪ من أنسجة الرئتين ويشتمل على الشعيبات الهوائية Bronchioles والحويصلات الهوائية Alveolar Ducts التى تحاط بشبكة من الشعيرات الدموية وتحدث فيها عملية تبادل الغازات.

ويشتمل تركيب الجهاز التنفسى فضلا عن الجزئين السابقين (الجزء الموصل وجزء تبادل الغازات) على عضلات التنفس وأهمها العضلات التى توجد ما بين ضلوع القفص الصدرى Intercostal Muscles والتى تعمل على اتساع وضيق حجم القفص الصدرى خلال عملية التنفس، كما يدخل فى تركيب الجهاز التنفسى الأعصاب التى تصل إليه من الجهاز العصبى الذاتى أو التلقائى ومن أهمها العصب السمبثاوى Sympathic الذى يؤدى تنبيهه إلى توسيع الشعب الهوائية وضيق خفيف فى الشرايين الرئوية، والعصب جار السمبثاوى Parasympathic الذى يعرف بالعصب الحائر، ويؤدى تنبيهه إلى حدوث ضيق فى الشعب الهوائية وزيادة فى إفراز الخلايا المخاطية.

آلية (ميكانيكية) التنفس: Mechanism of Respiration

تتضمن عملية التنفس آليتين أساسيتين هما: آلية الشهيق Mechanism of Inspiration وفيها يتسع الصدر وتتمدد الرئتان ويندفع الهواء من الخارج ليملأ الرئتين، وآلية الزفير Mechanism of Expiration وفيها يعود الصدر والرئتان إلى حجمهما الطبيعى ويطرد الهواء إلى الخارج، وتتم هاتان العمليتان بواسطة نوعين من الحركة هما: حركة الضلوع وحركة الحجاب الحاجز، ولذا فإنه يمكننا تمييز نوعين من التنفس هما:

أ- **التنفس الجوفى (البطنى)**: أو فيما يطلق عليه تنفس الحجاب الحاجز Dia-phrag Matic Breathing وهو التنفس الذى يلاحظ أثناء حدوثه ظهور حركة واضحة للبطن فيبرز جدار البطن للأمام ثم يرتد للخلف فى حالة الوقوف أو يبرز لأعلى ثم ينخفض لأسفل فى وضع الرقود، وهذا التنفس يعتمد على حركة الحجاب الحاجز فقط ويأخذ الشكل الهادئ، ولذا فإننا نعتمد على هذا النوع من التنفس أثناء النوم أو الراحة.

ب- **التنفس الضلعى**: Costal Breathing وهو نوع التنفس الذى يحدث عند القيام بالحركة أو المجهود البدنى، وفيه تتم عملية التنفس بمشاركة عضلات ما بين الضلوع للحركة التى تقوم بها عضلة الحجاب الحاجز.

www.hollanduniversity.org

مستويات التنفس: Breathing Levels

يمكن توصيف مستويات عملية التنفس من خلال عدد من المتغيرات المرتبطة بكفاءة عمل الجهاز التنفسى، حيث يمكن قياس سرعة حركات التنفس (عددها فى الدقيقة الواحدة) وكذلك يمكن تقدير ضخامتها أو قوتها Amplitude ويستعمل العلماء مجموعة من المصطلحات لوصف مستويات التنفس من أهمها ما يلى:

١- **حالة التنفس الطبيعى والهادىء وتسمى «يوبنيا»** Eupnea وفيها لا نشعر بأننا نبذل جهدا لحدوث عملية التنفس، وتعتمد هذه الحالة غالبا على استخدام عضلات الحجاب الحاجز فقط.

٢- **حالة التنفس الشاق المجهد** Labourd Breathing ويكون التنفس السائد فى هذه الحالة هو التنفس بالضلوع، وتسمى هذه الحالة «ديسبنيا» Dyspnea.

٣- **حالة التنفس التى يطلق عليها «هيربنيا»** Hyperpena وهى حالة من التنفس تزيد فيها سرعة الحركات التنفسية أو أحجامها أو الاثنين معا.

٤- **حالة «بوليبنيا»** Polypena وهى الحالة التى يكون فيها التنفس سريعا ولكنه غير عميق مثلما يحدث عندما نلهث Panting.

٥- **الحالة التى يطلق عليها «أبنيا»** Apnea ويقصد بها توقف التنفس وتحدث عند الغرق أو تحت تأثير المخدر، وفى مثل هذه الحالات لابد من اللجوء إلى استخدام عمليات التنفس الاصطناعى حتى يمكن إعادة الحركات التنفسية للفرد.

مؤشرات لياقة الجهاز التنفسى للأشخاص الأصحاء البالغين:

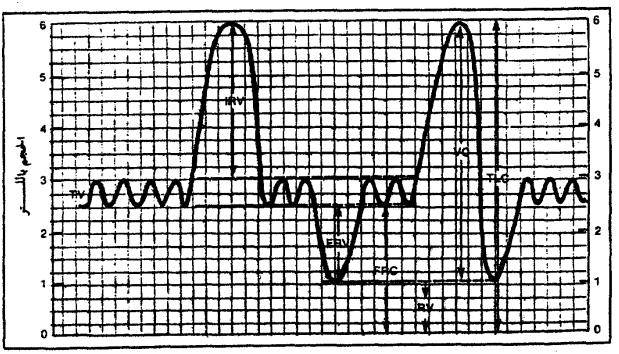
هناك عدد كبير من المؤشرات الفسيولوجية التى تعبر عن مدى لياقة الجهاز التنفسى، من حيث قوة عضلات التنفس ومرونة الرئتين والقفص الصدرى وكفاءتها الميكانيكية فضلا عن كفاءة عملية التبادل الغازى، وعادة يستخدم جهاز قياس الوظائف التنفسية الذى يطلق عليه اسم «سبيروميتر» Spirometer فى الكشف عن العديد من جوانب لياقة الجهاز التنفسى، وعلى الرغم من أن معظم أجهزة قياس الوظائف التنفسية تستخدم للكشف عن جوانب القصور فى وظائف الجهاز التنفسى والأمراض الرئوية عامة ومقدار التحسن فى هذه الوظائف تحت تأثير المعالجات الطبية، إلا أنها تستخدم أيضا

www.hollanduniversity.org
على نطاق واسع فى دراسة تأثيرات الجهد البدنى على الوظائف التنفسية سواء بالنسبة للأفراد العاديين أو الرياضيين للتعرف على مقدار تأثيرات الاستجابة Response للجهد المبذول، أو التعرف على مستوى لياقة اللاعبين نتيجة عمليات تأقلم وتكيف Adaptation وظائف الجهاز التنفسى لعمليات التدريب الرياضى المنتظم.

ومن أهم المتغيرات الفسيولوجية التى تستخدم للكشف عن مقدار لياقة الجهاز التنفسى ما يلى:

١- **معدل التنفس**: Breathing Rate ويعنى عدد مرات التنفس فى الدقيقة الواحدة، ولدى الأشخاص الأصحاء البالغين يكون المعدل ١٢ مرة / ق فى حالة الراحة.

٢- **حجم هواء التنفس العادى**: Tidal Volume ويقصد به مقدار الهواء الذى يمكن أن يستنشقه الشخص خلال عملية الشهيق الهادىء أو يطرده خلال عملية الزفير الهادئ أيضا، ويقدر هذا الحجم بمقدار ٥٠٠ مليلتر أى ما يعادل نصف لتر.



حيث:

TV حجم التنفس العادي – IRV حجم الشهيق الاحتياطي – ERV حجم الزفير الاحتياطي – VC السعة الحيوية
TLC السعة الرئوية الكلية – RV حجم الهواء المتبقي – FRC السعة الوظيفية المتبقية.

شكل (٣٨)

قياسات الأحجام الرئوية فى حالة الراحة

www.hollanduniversity.org

٣- **حجم التهوية الرئوية**: Pulmonary Ventelation Volume هو حجم الهواء الداخل والخارج من والرئتين الذى يعمل على تجديد هواء الحويصلات Alveolar وتهوية الرئتين بشكل عام، ويحسب عادة خلال الدقيقة الواحدة، ويتراوح مقداره ما بين ٦-٧ لترات لدى الشخص السليم البالغ فى حالة الراحة (فى الدقيقة الواحدة). وهذا المقدار هو عبارة عن ناتج ضرب معدل التنفس _ حجم التنفس الواحد (العادى) حيث يحسب حجم التهوية فى الدقيقة Minute Ventilation (MV) بالمعادلة التالية:

حجم التهوية فى الدقيقة = معدل التنفس / ق × حجم التنفس الواحد (العادى)

= ١٢ مرة تنفس × ٥٠٠ مليلتر

= ٦ لترات / ق

MV = breathing Rate / min x Tidal Volume

MV = 12 breathing / min x 500 ml.

= 6 liters /min

وهناك عدد من المؤشرات الفسيولوجية الأخرى التى تعبر عن كفاءة الوظائف التنفسية، يطلق عليها اصطلاح الأحجام والسعات الرئوية، يمكن تعريفها والاستدلال على مقاديرها القياسية لدى الأصحاء البالغين وفقا لما هو موضح بالجدول التالى:

www.hollanduniversity.org

جدول (٢١)

تعريف ومقادير الأحجام والسعات الرئوية القياسية

واختبارات وظائف التنفس للبالغين

المصطلح Term	القيمة Value	التعريف Difinition
- السعة الحيوية (V C) Vital Capacity	٤,٨ لتر	هو حجم الهواء الذى يمكن إخراجه من الرئتين بعد أخذ اقصى شهيق
- الحجم المتبقى (R V) Residual Volume	١,٢ لتر	هو حجم الهواء المتبقى فى الرئتين بعد أقصى زفير ممكن
- الحجم الزفيرى المدخر (ERV) Expiratory Reserve Volume	١,٢ لتر	هو أقصى كمية من الهواء يمكن اخراجها من الرئة بعد نهاية الزفير العادى
- الحجم الشهيقى المدخر (IRV) Inspiratory Reserve Volume	٣,١ لتر	هو أقصى كمية من الهواء يمكن استنشاقها بعد نهاية الشهيق العادى
- السعة الحيوية القسرية (FVC) Forced Vital Capacity	٤,٨ لتر	حجم الهواء الذى يمكن إخراجه بأقصى قوة وسرعة ممكنة بعد أخذ أقصى شهيق
- سعة الشهيق (IC) Inspiratory Capacity	٣,٦ لتر	هى حجم أقصى هواء يمكن استنشاقه بعد الزفير العادى = حجم الشهيق المدخر+حجم التنفس العادى=١,٣+٠,٥ = ٣,٦ لتر
- السعة الوظيفية المتبقية (FRC) Functional Residual Capacity	٢,٤ لتر	هى حجم الهواء المتبقى فى الرئتين عند نهاية التنفس العادى. = الحجم الزفيرى المدخر+الحجم المتبقى = ١,٢ + ١,٢ = ٢,٤ لتر
- السعة الرئوية الكلية (TLC)	٦,٠ لتر	هى الحجم الكلى للهواء فى الرئتين عقب أقصى شهيق = ٤,٨ + ١,٢ = ٦ لتر
- الحجم المتبقى/ السعة الرئوية الكلية RV/TLC	٢٠٪	النسبة المئوية الناتجة عن قسمة الحجم المتبقى على السعة الرئوية الكلية = (١,٢ ÷ ٦) × ١٠٠ = ٢٠
- الحجم الزفيرى القسرى عند الثانية الأولى FEV1	٣,٨ لتر	هو حجم السعة الحيوية المخرجة بقوة فى نهاية ثانية واحدة

نقلا عن «رودس، فلانزر Rhoades and Pflanzer, 1996

www.hollanduniversity.org

وإضافة إلى ما سبق طرحه من أحجام وسعات رئوية يمكن إضافة متغيرين آخرين لهما أهميتهما فى وظائف العمليات التنفسية وهما:

- الحجم الزفير القسرى عند الثانية الثالثة: (FEV_3)

ويقصد به حجم الهواء الذى يمكن إخراجه من الرئتين فى نهاية الثانية الثالثة بعد أخذ أعمق شهيق ممكن، وهذا المؤشر يعتبر أكثر دلالة من مؤشر حجم الزفير القسرى عند الثانية الأولى.

الإمكانية التنفسية القصوى Maximum Breathing Capacity (MBC)

وهى كمية الهواء التى يمكن استنشاقها وإخراجها من الرئتين بأقصى سرعة خلال دقيقة واحدة، ويتم قياسها من خلال أداء الشخصى لأقصى شهيق وزفير ممكن خلال مدة ١٢ ثانية ثم يضرب الرقم × ٥ حتى يحسب فى الدقيقة.

وتصل هذه الكمية إلى حوالى ١٤٠ لترا/ ق وقد تصل إلى أكثر من ذلك لدى لرياضيين ذوى المستويات العالية.

الجهد البدنى واستجابات وظائف التنفس:

The Physical Effort and The Breathing Responces

تحت تأثير الجهد البدنى تحدث مجموعة من التغيرات فى وظائف الجهاز التنفسى تعكس أنواع الاستجابات المباشرة لأداء هذا الجهد، وتختلف مستويات الاستجابة فى تلك الوظائف طبقا لاختلاف نوع ودرجة الجهد المبذول، ويمكن تلخيص أهم تلك الاستجابات فيما يلى:

أولا: استجابات معدل التنفس: Breating Rate Responses

يتضاعف معدل التنفس عند أداء الجهد البدنى ليصل إلى نحو (٣-٤) ثلاثة إلى أربعة أضعاف قيم الراحة عندما تكون درجة الحمل عند المستوى الأقصى، وهذا يعنى فى أن معدلات التنفس قد تصل فى هذه الحالة إلى نحو ٣٥- ٥٠ مرة / ق.

ثانيا: استجابات حجم هواء التنفس العادى Tidal Volume Responses

كما ذكرنا سابقا فإن مقدار حجم هواء التنفس العادى فى حالة الراحة يكون بمتوسط قدره ٥٠٠ مليلتر (٥, ٠ لتر) ويتضاعف هذا الحجم نتيجة لتدريبات الجهد

www.hollanduniversity.org

الأقصى ليصل إلى نحـو ٣٠٠٠ مليلتر (ثلاثة لترات) أى بمقدار (٦) ستة أضـعاف قيم الراحة تقريبا.

ثالثا: استجابات حجم التهوية الرئوية:

Pulmonary Ventelation Volume Responses

عندما تصل درجة الحـمل البدنى إلى مستـوى الجهد الأقصى فإن حـجم التهوية الرئوية قد يبلغ ٨٠ لتـرا/ ق، ويرتفع ذلك المقدار إلى مـا يزيد عن ١٢٠ لترا/ ق عند مسـتوى الحمل البدنى المجـهد، وهذا يدل على أن زيادة حجم التـهوية الرئوية عند أداء تلك المستويات من الجـهد تصل إلى ١٢-٢٠ ضعف مقدار قيم الراحـة أو أكثر ويرتبط ذلك بزيادة استهلاك الطاقة اللازمة لأداء الجهد.

رابعا: استجابات تبادل غازات التنفس: Gase Exchange Responses

تتضاعف معدلات التبادل الغازى عند أداء المجهـودات البدنية مرتفعة الشدة لتبلغ نحو ٢٠-٣٠ ضـعف معـدلاتها فى حـالة الراحة، وترتبط تلك الـزيادة بحجم التـهوية الرئوية.

خامسا: استجابات استهلاك الأكسچين Oxygen Consumption Responses

يكون معدل استـهلاك الأكسچين فى حالة الراحة فى حـدود ربع لتر / ق تقريبا (٢٥٠ مليلترا/ ق) ويرتفع عند أداء تدريبـات التحمل ذات الشدة الأقل والـقصوى إلى الشدة القـصوى ليـبلغ نحو ٥-٦ لترات / ق بمعنى أنه يـتضاعف إلى مـقدار ٢٠-٢٥ ضعفا تقريبا.

سادسا: استجابات الهواء المتبقى فى الرئتين: Residual Volume Responses

تحت تأثير الجهد البدنى يزيد حجم الهواء المتبقى بالرئتين بعد إطلاق أقصى زفير، ويساعـد ذلك على عدم إخـتلال مكونات هـواء الحويصلات الرئـوية تحت تأثير الجـهد المبذول وخاصة بالنسبة لغازى الأكسچين وثانى أكسيد الكربون.

www.hollanduniversity.org

شكل (٣٩)

جهاز قياس وظائف التنفس Spirometry

تكيف العمليات التنفسية للجهد البدنى:

The Adaptation of Respiratory Process to the Physical Effort

يؤدى الانتظام فى مـزاولة التـدريب الرياضى وبصفـة خـاصة أحـمال التـدريب الهوائية التى تعتمد على استخدام الأكسچين وتتميز بها رياضات التحمل، إلى جملة من التغـيرات الفسيـولوچية التى تعبر عن كـفاءة عمليات الـتنفس لدى الرياضيين وتكيفـها للتدريب الرياضى مقـارنة بالأفراد غير الممارسـين لرياضة، وتتلخص أهم أنواع التكيف تلك فيما يلى:

أولا: يقل عدد مـرات التنفس لدى الرياضيين عن غـير الرياضيـين، كما يتمـيز الرياضيـون بعمق عمليـات التنفس مما يجعلهم أقل عرضـة للوصول إلى النهجـان والتنفس السريع عنـد أداء المجهود، ويصل حـجم هواء التنفس العادى لدى الرياضيين فى حالة الراحة ما بين ٧٠٠ ـ ٨٠٠ مليلتر مقارنة بمقدار ٥٠٠ مليمتر لدى غير الرياضيين.

ثانيا: ترتفع كفاءة اللاعب فى استغلال واستهلاك الأكسچين Utilyze Oxygen لإنتاج الطاقة مقارنة بغير الرياضيين، وتتميز تلك الظاهرة لدى الرياضيين

www.hollanduniversity.org

فى ثلاثة جوانب هى: كفاءة عمليات استيعاب الأكسجين - عمليات نقل وامتصاص الأكسجين - عمليات استهلاك الأكسجين فى نشاط العضلات.

ثالثا: تتحسن قوة وكفاءة عضلات التنفس وخاصة عضلات ما بين الضلوع وعضلة الحجاب الحاجز، فيزداد حجم القفص الصدرى اتساعا ومرونة خلال عملية التنفس، وهذا يسمح لأداء العمليات التنفسية على نحو أفضل لدى الأشخاص الرياضيين وبصفة خاصة عند أداء الجهد البدنى .

رابعا: يزداد حجم السعة الحيوية للرئتين V C وكذا الحد الأقصى للتهوية الرئوية MVV نتيجة لعدد من التغيرات المورفولوجية والفسيولوجية فى وظائف الرئتين وأعضاء التنفس، كما يرتبط ذلك بزيادة حجم احتياطى هواء الشهيق عن احتياطى هواء الزفير لدى الرياضيين المدربين.

خامسا: تزاد الأحجام الرئوية بشكل عام لدى رياضيى التحمل والأشخاص المدربين مقارنة بغير المدربين نتيجة لتحسن كفاءة الرئتين ووظائف التنفس وتكيفها لعمليات التدريب الرياضى المنتظم والمستمر.

سادسا: يؤدى التدريب الرياضى المنتظم إلى زيادة كثافة الشعيرات الدموية المحيطة بالحويصلات الهوائية للرئتين نتيجة تفتح عدد من الشعيرات الدموية المقفلة أو الخاملة أو تولد شعيرات دموية جديدة تحت تأثير التكرارات المتواصلة لأداء الجهد البدنى، وعلى أى حال فإن زيادة عدد أو كثافة الشعيرات الدموية يؤدى إلى زيادة المساحة أو المسطح الخاص بتبادل الغازات بين تلك الشعيرات وبين الحويصلات الهوائية للرئتين وخاصة عند أداء الجهد البدنى مما يميز الرياضيين بكفاءة تنفسية أفضل من غيرهم.

سابعا: تتحسن العمليات التوافقية بين ميكانيكية التنفس وحجم المجهود البدنى المبذول، وتساعد تلك العملية على حدوث استقرار أطول وأفضل لما يعرف بالحالة الثابته Steady State لوظائف الجسم الفسيولوجية عند أداء المجهودات البدنية، وخاصة تلك التى تتميز بالديمومة أو الاستمرار لفترات زمنية طويلة فى أنشطة التحمل الدورى التنفسى.

ثامنا: ترتفع كفاءة استغلال الأكسجين فى حالة الراحة لدى الرياضيين نتيجة لعدد من التغيرات المورفولوجية والفسيولوجية التى تم تناولها فى النقاط

www.hollanduniversity.org

السابقة، ويؤدى ذلك إلى تميز الرياضيين بالاقتصادية فى عمليات التنفس سواء كان ذلك فى حالة الراحة أو عند أداء الجهد البدنى مقارنة بغيرهم.

تاسعا: يؤدى تميز الرياضيين بكفاءة استغلال الأكسجين إلى تقليل تركيز ثانى أكسيد الكربون فى الدم لديهم وتقليل حموضة الدم بواسطة معادلة تركيز حامض اللاكتيك أو سرعة عمليات التخلص منه فى العضلات والدم مما يميز الرياضيين بتأخر وصولهم إلى التعب مقارنة بغير الرياضيين عند أداء المجهودات البدنية.

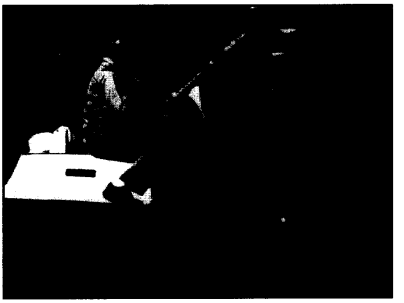
عاشرا: تزداد مطاطية الرئتين وقدرتها على التمدد والانكماش لأداء حركات التنفس القوى والعميق نتيجة التكيف للأعباء التدريبية المتنوعة التى يواجهها الرياضيون.

www.hollanduniversity.org

الفصل العاشر

نظريات اللياقة الهوائية
واختباراتها التطبيقية

The Aerobic Fitness Theories
and the Applicative Tests for it



www.hollanduniversity.org

يقصد بكلمة هوائى Aerobic: العمل العضلى الذى يعتمد بشكل أساسى على الأكسجين فى إنتاج الطاقة، ويظهر ذلك فى الأنشطة الرياضية التى تستلزم الاستمرار فى أداء الجهد لفترة تزيد عادة عن ثلاث دقائق حيث تلجأ العضلة لاستخدام الأكسجين ويمكنها الاستمرار فى العمل لفترة طويلة قبل الإحساس بظهور التعب، ويطلق على مثل تلك الأنشطة أو الرياضات مصطلح الأنشطة أو التدريبات الهوائية Aerobic Exercises or Aerobic Activities.

اللياقة الهوائية والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (Vo_2max):

Aerobic Fitness and the Volume Oxygen Maximum Consumption

عند التعبير عن مستوى اللياقة الهوائية Aerobic Fitness يستخدم مصطلح يعد من أكثر المصطلحات انتشارا فى مجال فسيولوجيا الرياضة والجهد البدنى وهو الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين الذى يرمز له بالرمز Vo_2 max، ونظرا لأهمية هذا المؤشر فى التعبير عن لياقة أجهزة الجسم: الدورى، التنفسى والعضلى فى الاستخدام الواسع لتكنولوجيا القياس فى الآونة الأخيرة؛ لذا فإن قياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين يعد حاليا من الاختبارات الاعتيادية التى تستخدم فى تقويم اللياقة الفسيولوچية العامة للأشخاص، وهو يستخدم على نطاق محدد لدى الرياضيين. ومما ينبغى الإشارة إليه أن الاستهلاك العادى للأكسجين (فى حالة الراحة) لدى الشخص السليم البالغ يكون فى حدود ٢٥٠ مليلتر فى الدقيقة أى ما يعادل (٠,٢٥) ربع لتر، كما ذكرنا فيما سبق.

ويعرف الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بأنه أقصى حجم للأكسجين المستهلك باللتر أو المليلتر فى الدقيقة. ولتوضيح ذلك نقول أنه إذا كان Vo_2max يساوى ٣ لترات فى الدقيقة فإن ذلك يعنى أن هذا الشخص يستطيع استهلاك أقصى كمية أكسجين ٣ لترات فى الدقيقة، ويعرف حجم هذا القياس باسم **الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين المطلق** (لتر/ ق L/m).

وحيث تحتاج جميع أنسجة الجسم إلى استهلاك الأكسجين وتلعب الفروق فى وزن الجسم دورا كبيرا فى ذلك؛ لذا فإنه يجب عند مقارنة الأشخاص أن يستخرج حجم استهلاك الأكسجين بالنسبة لكل كيلوجرام من وزن الجسم عن طريق تقسيم الاستهلاك المطلق على وزن الجسم، **ويعرف ذلك المقدار بمصطلح الحد الأقصى لاستهلاك**

www.hollanduniversity.org

الأكسچين النسبي ويقاس بمقدار (ملى.ق/ كجم ml.min/kg) وهو القياس الأكثر استخداما فى مجال فسيولوچيا الجهد البدنى.

مثال:

إذا كان وزن شخص ما ٧٠ كجم وبلغ مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين (المطلق) له ٢,٨ لتر/ دقيقة فإن الحد الأقصى لأستهلاك الأكسچين بالنسبة لكل كجم من وزن جسمه = (٢٨٠٠ مليلتر ÷ ٧٠ كيلو جراما) = ٤٠ مليلترا/ ق/ كيلوجرام

وتعتبر النتيجة التى تم التوصل إليها فى هذا المثال عن مقدار ٤٠ مليلترا من الأكسچين فى الدقيقة يستهلكها كل كيلوجرام واحد من وزن هذا الشخص.

هذا، ويزيد استهلاك الأكسچين حوالى ١٠ إلى ٢٠ مرة عند أداء تدريبات التحمل ذات الشدة العالية حيث يصل أثناء النشاط البدنى إلى ٢,٥-٦ لترات/ دقيقة وتختلف درجات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين بناء على عدة عوامل منها: التدريب، العمر، والجنس.

مؤشرات اللياقة الهوائية Aerobic Fitness Indicators:

يمكن التعبير عن جوانب اللياقة الهوائية متمثلة فى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين من خلال المؤشرات والعمليات الفسيولوچية التالية:

١- كفاءة عمليات استيعاب الأكسچين Take in Oxygen من الهواء الجوى.

٢- كفاءة وظيفة القلب والرئتين والأوعية الدموية فى توصيل أكسچين هواء الشهيق من الرئتين إلى الدم.

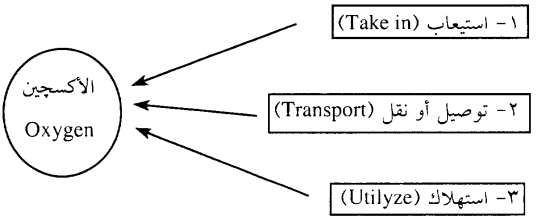
٣- كفاءة عمليات توصيل الأكسچين إلى الأنسجة بواسطة كرات الدم الحمراء ويعنى ذلك سلامة القلب الوظيفية، حجم الدم، عدد الكرات الحمراء وتركيز الهيموجلوبين، ومقدرة الأوعية الدموية على تحويل الدم من الأنسجة غير العاملة إلى العضلات العاملة حيث تزداد الحاجة للأكسچين.

٤- كفاءة العضلات فى استخدام الأكسچين الواصل إليها أى كفاءة عمليات التمثيل الغذائى لإنتاج الطاقة.

www.hollanduniversity.org

ويوضح الشكل (٤٠) العمليات الفسيولوجية السابقة التى تعبر عن اللياقة الهوائية للجسم.

اللياقة الهوائية Aeroboc Fitness



شكل (٤٠)
كفاءة العمليات المعبرة عن اللياقة الهوائية

طرق قياس اللياقة الهوائية والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين:

حتى يتم قياس أو تقدير الاستهلاك الأقصى للأكسجين لا بد أن يقوم المختبر بأداء جهد بدنى يعبر عن ذلك، وفى مجال الاختبارات المعملية لفسيولوجيا الرياضة يستخدم لتقنين الجهد البدنى أجهزة وأدوات من أهمها: السير المتحرك Treadmill ودراجة قياس الجهد Ergometer Bicycle وصندوق الخطو Stepping Bench هذا بالإضافة إلى بعض أنواع الأجهزة الأخرى كما أن هناك عددا من الترتيبات اللازمة لإجراء كل قياس.

وهناك طريقتان أساسيتان لقياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين هما:

١- الطريقة المباشرة: Direct Methot

وفى هذه الطريقة يتم قياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين من خلال قيام المختبر بأداء جهد بدنى متدرج الشدة متواصل الأداء حتى مرحلة التعب أو عدم القدرة على الاستمرار فى الجهد والتوقف عن الأداء، وغالبا ما يستخدم فى ذلك وحدة قياس

www.hollanduniversity.org

متكاملة تشتمل على جهاز لتقنين الجهد البدنى (السير المتحرك أو الدراجة الأرجومترية) يتصل بجهاز آخر يستخدم فى التحليل المباشر لغازات التنفس أثناء الأداء، ومن خلال الجهاز الأخير تؤخذ قراءة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين Vo_2max بالإضافة إلى بعض مؤشرات الليـاقة الفسيولوجية الأخرى: كـمعدل القلب HR ومعدل التنفس BR ومقدار ضغط الدم Bp والسعة الحيوية للرئتين VC . . . وغيرها.

علامات الوصول إلى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين:

يمكن ملاحظة المؤشـرات التالية للدلالة على وصول اللاعب إلـى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين عند أداء الأختبـارات الخاصة بذلك، وفيما عدا مؤشر النبض الذى يمكن قياسه بالطرق المتـعارف عليها، فإن بقية العلامات والمـؤشرات الأخرى تظهر فقط عند استخدام الأجهـزة المعملية التى تستخدم القياس المبـاشر ومن أهم تلك المؤشرات ما يلى:

١- عدم زيادة استهلاك الأكسجين رغم زيادة شدة الحمل البدنى.

٢- زيادة معدل القلب عن ١٨٠ - ١٨٥ بيضة/ ق.

٣- زيادة نسبـة التنفس RQ عن ١,١ (حيث نسـبة التنفس RQ تساوى نسـبة حجم ثانى اكـسيد الكربون المطرود من عمليـة الزفير إلى حجم الأكـسجين المستهلك خلال فترة زمنية معينة).

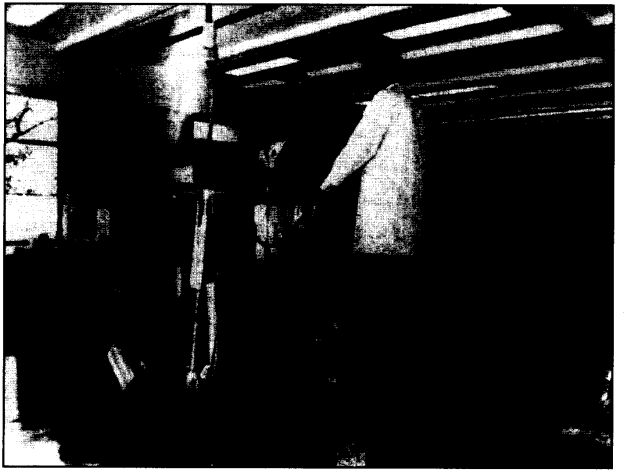
٤- لا يقل تركيز حامض اللاكتيك فى الدم عن ٨٠ - ١٠٠ مليجرام ٪.

ونظرا لارتفاع تكاليف استخدام الطرق المباشرة وعمليات تحليل غازات التنفس فى قياس الحد الأقصى لاستهلاك الأكـسجين، حيث يتطلب ذلك شراء أجهزة ذات تكاليف ضـخمـة ومتطلبـات معـملية خـاصة، فـى الوقت الذى تبلغ فيـه معـاملات الصـدق للاختـبارات غير المبـاشرة ٨٧ ٪ وفق ما أشارت إليـه نتائج الدراسات العلمـية فى هذا المجال مقارنة باستـخدام الطرق المباشرة فى القياس، وحيث إن هذه النسبة تعتـبر مقبولة جدا ، لذا فإن القياس غير المباشر (التقدير) يستخدم على نطاق واسع فى هذا المجال.

الطرق غير المباشرة: Indirect Methods

يتم فى الطرق غيـر المباشرة تقـدير الحد الأقصى لاستـهلاك الأكسـجين بواسطة استخدام اختـبارات تعتمد على قيـاس معدل القلب للشخص المختبـر بعد أدائه لمجهود

www.hollanduniversity.org



شكل (٤١)
القياس المباشر للحجم الأقصى لاستهلاك الأكسچين
باستخدم جهاز السير المتحرك Treadmill

بدنى مقـنن على أحد أجهـزة قيـاس الجهد السـابق ذكرها، وبواسطة بـعض المعادلات الخاصـة equations أو بطريقـة الرسم الحاسب «النومـوجرام» Nomogram أو بعض الجداول الخاصه بذلك يمكن تقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين وفقا لمعدل القلب وقـد بنيت هذه الطريقـة على أساس أن ثمـة علاقـة خطيـة بين مقـدار الحد الأقـصى لاستهلاك الأكسچين ومعدل القلب.

ولذا فإننا سـوف نعرض فـيما يلى بعـضا من الطرق غـير المباشـرة لتقـدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين:

www.hollanduniversity.org

أولا - طريقة اختبار «استراند» Astrand's Test لتقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين:

توصل العالم السويدى الشهير المختص فى فسيولوچيا الرياضة «بير أولف آستراند» Per - Olaf Astrand عام ١٩٥٢ إلى طريقة لتقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسچين اعتمد فيها على استخدام الدراجة الارجومترية Ergometer Bicycle فى تحديد الجهد البدنى، يلاحظ هنا أن استخدام الدراجات الارجومترية فى أداء جهد أقل من الأقصى يعبر عن عمليات الأكسدة الهوائية للجلوكوز عن طريق العضلات الكبيرة بالجسم مثل العضلة الآلية الكبرى The Gluteus Maximus Muscle والعضلة المستقيمة الفخذية Rectus Femoris والعضلة المتسعة الوحشية Lateralis Vastus muscle، ويتلخص استخدام طريقة آستراند فى الآتى:

(أ) الأدوات المطلوبة للاختيار:

١- **دراجة أرجومترية** Ergometer Bicycle ويفضل أن تكون من نوع «مونارك» Monark أو ما شابه ذلك من الدراجات المصممة لتحمل المجهودات القوية والمزودة بوحدات القياس المترى الملائم.

٢- **جهاز ميقاع** Metronome لضبط معدل سرعة التبديل (جميع الدراجات الأرجومترية الحديثة مزودة بمؤشر خاص بذلك).

٣- **جهاز قياس النبض** Pulse Meter أو سماعة الطبيب Stethoscope (وفى حال عدم توافرهما يمكن استخدام طريقة الجس اليدوى).

٤- **ساعة توقيت** Stop Watch.

(ب) الإجراءات:

١- يجلس الشخص المختبر على الدراجة حيث يتم اختيار الارتفاع المناسب لمقعد الدراجة.

٢- يتم حساب معدل ضربات قلب المختبر فى حالة الراحة.

٣- يبدأ المختبر فى التبديل على الدراجة بمعدل سرعة مقداره ٥٠ لفة/ق.

www.hollanduniversity.org

٤- المختبرون من الذكور يمكنهم بدء الاختبار بعبء جهدى يعادل ٦٠٠ كجم/ م/ ق (١٠٠ وات) والمختبرات من الإناث يمكنهن البدء بعبء جهدى مقداره ٣٠٠ كجم/ م/ ق (٥٠ وات).

٥- زمن أداء الاختبار ٦ ست دقائق، إلا أنه يستخدم قياس النبض للمختبر عند الدقيقتين ٥، ٦ وذلك لمدة ١٠ ثوان فى كل قياس ثم يضرب الناتج فى الرقم ٦ ليحسب النبض فى ٦٠ ثانية (دقيقة كاملة) ويؤخذ متوسط قياسى النبض.

٦- يراعى ألا يكون هناك فرق فى نبضات القلب بين قياسى الدقيقتين الخامسة والسادسة لأكثر من فرق ٥ (خمس نبضات) وإلا فعلى المختبر الاستمرار فى التبديل لمدة دقيقة سابعة، ثم يتم حساب متوسط النبض فى الدقيقتين السادسة والسابعة كمؤشر لمعدل ضربات القلب عند ذلك العبء الجهدى.

(جـ) طريقة حساب النتائج:

هناك أكثر من طريقة لحساب نتائج تقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين وفق استخدام اختبار آستراند، منها ما يعتمد على نظام جداول النتائج والتى صممت بواسطة «آستراند» الجدولين (٢٢، و٢٣) كما تقدر النتائج بواسطة استخدام النوموجرام Nomogram (الرسم البيانى) أو طريقة المعادلات الخاصة بذلك.

ولاستخراج النتائج بطريقة جداول آستراند يلاحظ الرقم الدال على متوسط النبض عقب أداء جهد الاختبار من خلال الأرقام المحددة بالقائم الرأسى الأيمن للجدول عند مستوى الحمل الذى تم استخدامه للتبديل على الدراجة (القائم الأفقى) ونقطة التقاء الخطين الأفقى والرأسى الدالين على ذلك تعبر عن مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين باللتر فى الدقيقة.

ويراعى أن الجدول (٢٢) خاص بالرجال، والجدول (٢٣) خاص بالسيدات ويمكن بعد ذلك قسمة الاستهلاك الأقصى للأكسجين على وزن الجسم للحصول على الاستهلاك الأقصى النسبى (ml. Min /kg).

www.hollanduniversity.org

جـــدول (٢٢)

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين مقدرا باللتر/ ق

بدلالة معدل النبض لاختبار آستراند (رجال)

معدل النبض نبضة/ ق	الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (لتر/ ق) Vo_2max (L/min)					معدل النبض نبضة/ ق	الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (لتر/ ق) Vo_2max (L/min)				
	٣٠٠ كجم م/ ق	٦٠٠ كجم م/ ق	٩٠٠ كجم م/ ق	١٢٠٠ كجم م/ ق	١٥٠٠ كجم م/ ق		٣٠٠ كجم م/ ق	٦٠٠ كجم م/ ق	٩٠٠ كجم م/ ق	١٢٠٠ كجم م/ ق	١٥٠٠ كجم م/ ق
١٢٠	٢,٢	٣,٥	٤,٨	-		١٤٦	-	٢,٤	٣,٣	٤,٤	٥,٦
١٢١	٢,٢	٣,٤	٤,٧	-		١٤٧	-	٢,٤	٣,٣	٤,٤	٥,٦
١٢٢	٢,٢	٣,٤	٤,٧	-		١٤٨	-	٢,٤	٣,٢	٤,٣	٥,٤
١٢٣	٢,١	٣,٤	٤,٦	-		١٤٩	-	٢,٣	٣,٢	٤,٣	٥,٤
١٢٤	٢,١	٣,٣	٤,٥	٦,		١٥٠	-	٢,٣	٣,٢	٤,٢	٥,٣
١٢٥	٢,٠	٣,٢	٤,٤	٥,٩		١٥١	-	٢,٣	٣,١	٤,٢	٥,٢
١٢٦	٢,٠	٣,٢	٤,٤	٥,٨		١٥٢	-	٢,٣	٣,١	٤,١	٥,٢
١٢٧	٢,٠	٣,١	٤,٣	٥,٧		١٥٣	-	٢,٢	٣,٠	٤,١	٥,١
١٢٨	٢,٠	٣,١	٤,٢	٥,٦		١٥٤	-	٢,٢	٣,٠	٤,٠	٥,١
١٢٩	١,٩	٣,٠	٤,٢	٥,٦		١٥٥	-	٢,٢	٣,٠	٤,٠	٥,٠
١٣٠	١,٩	٣,٠	٤,١	٥,٥		١٥٦	-	٢,٢	٢,٩	٤,٠	٥,٠
١٣١	١,٩	٢,٩	٤,٠	٥,٤		١٥٧	-	٢,١	٢,٩	٣,٩	٤,٩
١٣٢	١,٨	٢,٩	٤,٠	٥,٣		١٥٨	-	٢,١	٢,٩	٣,٩	٤,٩
١٣٣	١,٨	٢,٨	٣,٩	٥,٣		١٥٩	-	٢,١	٢,٨	٣,٨	٤,٨
١٣٤	١,٨	٢,٨	٣,٩	٥,٢		١٦٠	-	٢,١	٢,٨	٣,٨	٤,٨
١٣٥	١,٧	٢,٨	٣,٨	٥,١		١٦١	-	٢,٠	٢,٨	٣,٧	٤,٧
١٣٦	١,٧	٢,٧	٣,٨	٥,٠		١٦٢	-	٢,٠	٢,٨	٣,٧	٤,٦
١٣٧	١,٧	٢,٧	٣,٧	٥,٠		١٦٣	-	٢,٠	٢,٨	٣,٧	٤,٦
١٣٨	١,٦	٢,٧	٣,٧	٤,٩		١٦٤	-	٢,٠	٢,٧	٣,٦	٤,٥
١٣٩	١,٦	٢,٦	٣,٦	٤,٨		١٦٥	-	٢,٠	٢,٧	٣,٦	٤,٥
١٤٠	١,٦	٢,٦	٣,٦	٤,٨	٦,٠	١٦٦	-	١,٩	٢,٧	٣,٦	٤,٥
١٤١	-	٢,٦	٣,٥	٤,٧	٥,٩	١٦٧	-	١,٩	٢,٦	٣,٥	٤,٤
١٤٢	-	٢,٥	٣,٥	٤,٦	٥,٨	١٦٨	-	١,٩	٢,٦	٣,٥	٤,٤
١٤٣	-	٢,٥	٣,٤	٤,٦	٥,٧	١٦٩	-	١,٩	٢,٦	٣,٥	٤,٣
١٤٤	-	٢,٥	٣,٤	٤,٥	٥,٧	١٧٠	-	١,٨	٢,٦	٣,٤	٤,٣
١٤٥	-	٢,٤	٣,٤	٤,٥	٥,٦						

www.hollanduniversity.org

جـدول (٢٣)

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين مقدرا باللتر/ ق

بدلالة معدل النبض لاختبار آستراند (سيدات)

معدل النبض نبضة/ق	الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (لتر/ق) Vo_2max (L/min)					معدل النبض نبضة/ق	الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (لتر/ق) Vo_2max (L/min)				
	٣٠٠ كجم م/ق	٦٠٠ كجم م/ق	٩٠٠ كجم م/ق	١٢٠٠ كجم م/ق	١٥٠٠ كجم م/ق		٣٠٠ كجم م/ق	٤٥٠ كجم م/ق	٦٠٠ كجم م/ق	٧٥٠ كجم م/ق	٩٠٠ كجم م/ق
١٢٠	٢,٦	٣,٤	٤,١	٤,٨	-	١٤٦	١,٦	٢,٢	٢,٦	٣,٢	٣,٧
١٢١	٢,٥	٣,٣	٤,٠	٤,٨	-	١٤٧	١,٦	٢,١	٢,٦	٣,١	٣,٦
١٢٢	٢,٥	٣,٢	٣,٩	٤,٧	-	١٤٨	١,٦	٢,١	٢,٦	٣,١	٣,٦
١٢٣	٢,٤	٣,١	٣,٩	٤,٦	-	١٤٩	-	٢,١	٢,٦	٣,٠	٣,٥
١٢٤	٢,٤	٣,١	٣,٨	٤,٥	-	١٥٠	-	٢,٠	٢,٥	٣,٠	٣,٥
١٢٥	٢,٣	٣,٠	٣,٧	٤,٤	-	١٥١	-	٢,٠	٢,٥	٣,٠	٣,٥
١٢٦	٢,٣	٣,٠	٣,٦	٤,٣	-	١٥٢	-	٢,٠	٢,٥	٢,٩	٣,٤
١٢٧	٢,٢	٢,٩	٣,٥	٤,٢	-	١٥٣	-	٢,٠	٢,١	٢,٩	٣,٣
١٢٨	٢,٢	٢,٨	٣,٥	٤,٢	٤,٨	١٥٤	-	٢,٠	٢,١	٢,٨	٣,٢
١٢٩	٢,٢	٢,٨	٣,٤	٤,١	٤,٨	١٥٥	-	١,٩	٢,١	٢,٨	٣,٢
١٣٠	٢,١	٢,٧	٣,٤	٤,٠	٤,٧	١٥٦	-	١,٩	٢,٣	٢,٨	٣,٢
١٣١	٢,١	٢,٧	٣,٤	٤,٠	٤,٦	١٥٧	-	١,٩	٢,٣	٢,٧	٣,١
١٣٢	٢,٠	٢,٧	٣,٣	٣,٩	٤,٥	١٥٨	-	١,٨	٢,٣	٢,٧	٣,١
١٣٣	٢,٠	٢,٦	٣,٢	٣,٨	٤,٤	١٥٩	-	١,٨	٢,٢	٢,٧	٣,٠
١٣٤	٢,٠	٢,٦	٣,٢	٣,٨	٤,٤	١٦٠	-	١,٨	٢,٢	٢,٦	٣,٠
١٣٥	٢,٠	٢,٦	٣,١	٣,٧	٤,٣	١٦١	-	١,٨	٢,٢	٢,٦	٣,٠
١٣٦	١,٩	٢,٥	٣,١	٣,٦	٤,٢	١٦٢	-	١,٨	٢,٢	٢,٦	٢,٩
١٣٧	١,٩	٢,٥	٣,٠	٣,٦	٤,٢	١٦٣	-	١,٧	٢,٢	٢,٦	٢,٩
١٣٨	١,٨	٢,٤	٣,٠	٣,٥	٤,١	١٦٤	-	١,٧	٢,١	٢,٥	٢,٨
١٣٩	١,٨	٢,٤	٢,٩	٣,٥	٤,٠	١٦٥	-	١,٧	٢,١	٢,٥	٢,٨
١٤٠	١,٨	٢,٤	٢,٨	٣,٤	٤,٠	١٦٦	-	١,٧	٢,١	٢,٥	٢,٨
١٤١	١,٨	٢,٣	٢,٨	٣,٤	٣,٩	١٦٧	-	١,٦	٢,١	٢,٤	٢,٨
١٤٢	١,٧	٢,٣	٢,٨	٣,٣	٣,٩	١٦٨	-	١,٦	٢,٠	٢,٤	٢,٧
١٤٣	١,٧	٢,٢	٢,٧	٣,٣	٣,٨	١٦٩	-	١,٦	٢,٠	٢,٤	٣,٧
١٤٤	١,٧	٢,٢	٢,٧	٣,٢	٣,٨	١٧٠	-	١,٦	٢,٠	٢,٤	٣,٦
١٤٥	١,٦	٢,٢	٢,٧	٣,٢	٣,٧						

www.hollanduniversity.org

تصنيف مستويات اللياقة الهوائية وفق اختبار آستراند:

يلاحظ أن الأرقام التى تم استخراجها كتعبير عن تقديرات Vo_2max قد لا توضح مستوى لياقة الفرد بشكل محدد قياسا إلى أقرانه فى الفئة العمرية، إذ يحتاج الأمر إلى معرفة بعض المعايير الخاصة بذلك.

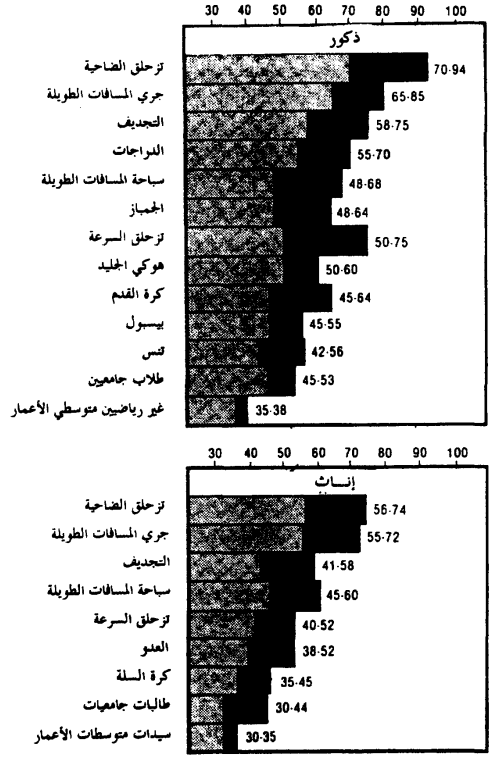
واستكمالا لهذا الجانب فقد أورد آستراند الجدول (٢٤) لتوضيح مستويات الأفراد فى اللياقة الهوائية طبقا لنتائجهم فى تقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين.

جدول (٢٤)

تصنيف مستويات اللياقة الهوائية وفق تقديرات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين المطلق والنسبى طبقا لنتائج اختبار آستراند

العمر بالسنوات	الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين المطلق (لتر/ ق) والنسبى (ملى/ كجم/ ق)				
	منخفض	دون المتوسط	متوسط	جيد	عال
الرجال					
٢٠-٢٩ (مطلق)	≤ ٢,٧٩	٣,٠٩-٢,٨٠	٣,٦٩-٣,١٠	٣,٩٩-٣,٧٠	≤ ٤,٠٠
(نسبى)	٣٨	٤٣-٣٩	٥١-٤٤	٥٦-٥٢	٥٧
٣٠-٣٩ (مطلق)	≤ ٢,٤٩	٢,٧٩-٢,٥٠	٣,٣٩-٢,٨٠	٣,٦٩-٣,٤٠	≤ ٣,٧٠
(نسبى)	٣٤	٣٩-٣٥	٤٧-٤٠	٥١-٤٨	٥٢
٤٠-٤٩ (مطلق)	≤ ٢,١٩	٢,٤٩-٢,٢٠	٣,٠٩-٢,٥٠	٣,٣٩-٣,١٠	≤ ٣,٤٠
(نسبى)	٣٠	٣٥-٣١	٤٣-٣٦	٤٧-٤٤	٤٤
٥٠-٥٩ (مطلق)	≤ ١,٨٩	٢,١٩-١,٩٠	٢,٧٩-٢,٢٠	٣,٠٩-٢,٨٠	≤ ٣,١٠
(نسبى)	٢٥	٣١-٢٦	٣٩-٣٢	٤٣-٤٠	٤٤
٦٠-٦٥ (مطلق)	≤ ١,٥٩	١,٨٩-١,٦٠	٢,٤٩-١,٩٠	٢,٧٩-٢,٥٠	≤ ٢,٨٠
(نسبى)	٢١	٢٦-٢٢	٣٥-٢٧	٣٩-٣٦	٤٠
النساء					
٢٠-٢٩ (مطلق)	≤ ١,٦٩	١,٩٩-١,٧٠	٢,٤٩-٢,٠٠	٢,٧٩-٢,٥٠	≤ ٢,٨٠
(نسبى)	٢٨	٣٤-٢٩	٤٣-٣٥	٤٨-٤٤	٤٩
٣٠-٣٩ (مطلق)	≤ ١,٥٩	١,٨٩-١,٦٠	٢,٣٩-١,٩٠	٢,٦٩-٢,٤٠	≤ ٢,٧٠
(نسبى)	٢٧	٣٣-٢٨	٤١-٣٤	٤٧-٤٢	٤٨
٤٠-٤٩ (مطلق)	≤ ١,٤٩	١,٧٩-١,٥٠	٢,٢٩-١,٨٠	٢,٥٩-٢,٣٠	≤ ٢,٦٠
(نسبى)	٢٥	٣١-٢٦	٤٠-٣٢	٤٥-٤١	٤٦
٥٠-٦٥ (مطلق)	≤ ١,٢٩	١,٥٩-١,٣٠	٢,٠٩-١,٦٠	٢,٣٩-٢,١٠	≤ ٢,٤٠
(نسبى)	٢١	٢٨-٢٢	٣٦-٢٩	٤١-٣٧	٤٢

www.hollanduniversity.org



شكل (٤٢)
قيم الحجم الأقصى لاستهلاك الأكسجين النسبى للأفراد المدربين فى ألعاب رياضية متنوعة
عن: «شيفر»
Shaver, 1981

(الحجم الأقصى لاستهلاك الأكسجين النسبى : مللى.ق/كجم)

معامل التصحيح لتقديرات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين:

من المعروف أن أقصى معدل للقلب M H R يتناقص تدريجيا مع تقدم العمر وفق المعادلة (٢٢٠- العمر) كما أن مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين يتناقص أيضا وفق ذلك، والأرقام التى ترد بجداول المعايير تبنى على أساس مقدار ثابت لأقصى معدل

www.hollanduniversity.org

للقلب قياسا إلى الفئة العمرية لمجتمع البحث الذى استخلصت من خلاله جداول المعايير.

لذا ينبغى استخدام ما يعرف بمعامل التصحيح Correction Factor (CF) عند تطبيق الاختبار على أفراد فى مراحل عمرية مختلفة لتصبح النتائج أقرب ما تكون إلى الدقة، ووفقا لجداول معايير (آستراند) لتقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين فإنه يستخدم معامل تصحيح النتائج تبعا للجدول التالى:

جدول (٢٥)

معامل تصحيح مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين

وفق معايير جداول آستراند

العمر بالسنوات Age/Year	معامل التصحيح (CF)
١٥	١,١٠
٢٥	١,٠٠
٣٥	٠,٨٧
٤٠	٠,٨٣
٤٥	٠,٧٨
٥٠	٠,٧٥
٥٥	٠,٧١
٦٠	٠,٦٨
٦٥	٠,٦٥

عن: «برينتك» Prentice, 1997, p.132.

مثال لاستخدام طريقة معامل التصحيح CF:

إذا كان مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين الذى حسب باستخدام طريقة آستراند لدى شخص عمره ٣٥ عاما ٣ لترات/ ق، فكم تكون النتيجة الحقيقية لمقدار Vo_2max بعد استخدام معامل تصحيح العمر لهذا الشخص؟

www.hollanduniversity.org

النتيجة: حيث أن معامل التصحيح لعمر ٣٥ سنة فى بيانات الخانة اليمنى للجدول يقابلها رقم ٠,٨٧ فى معامل التصحيح، لذا تكون النتيجة النهائية لتقدير Vo_2max بعد تصحيح العمر هما:

٣ لترات × ٠,٨٧ (معامل التصحيح العمر) = ٢,٦ لتر / ق

استخدام طريقة الرسم البيانى «النوموجرام» فى تقدير Vo_2 max

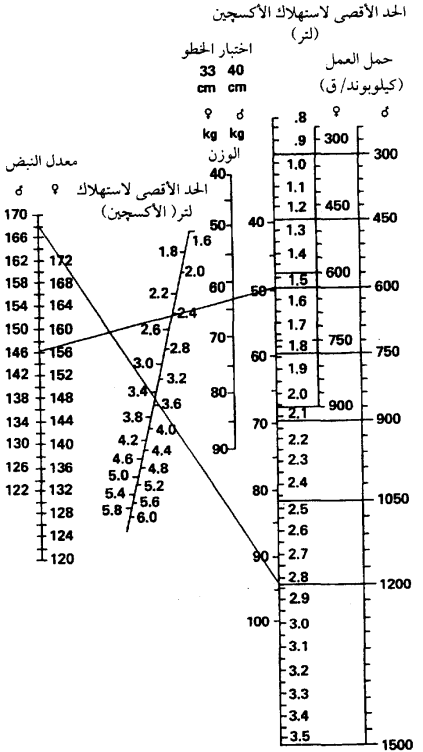
قام العالمان «آستراند، رهيمنج» Astrand & Rhyming عام ١٩٥٤م بتصميم مخطط بيانى لتقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بدلالات معدل النبض عقب أداء جهد بدنى - أقل من الأقصى - باستخدام الدراجة الأرجومترية، السير المتحرك أو اختبار الخطوة، كما قام آستراند بتطوير هذا النوموجرام عام ١٩٦٠م واستخدام هذه الطريقة يصلح للجنسين من الأفراد الأصحاء خلال المرحلة العمرية من ١٨-٣٠ سنة، ويراعى فى استخدام هذه الطريقة ما يلى:

١- فى حالة استخدام اختبار الخطو فوق الصندوق يكون ارتفاع الصندوق ٤٠ سم للذكور، ٣٣ سم للإناث، ويحدد وزن الشخص بالكيلوجرامات ثم يقاس معدل النبض بعد الأداء، ويطبق استخدام النوموجرام مع التأكيد على جنس المختبر (ذكر أم أنثى)، ويتم تقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين من خلال توصيل خط خفيف بين علامة الرقم الدال على وزن الشخص فى التدريج الخاص بوزن الجسم وبين الرقم الدال على معدل القلب عقب أداء الاختبار (التدريج الأيسر).

٢- فى حال استخدام الدراجة الأرجومترية، يتم التأكيد على استخدام ارتفاع مناسب لمقعد الدراجة بحيث تصل رجل المختبر إلى كامل امتدادها لأسفل عند التبديل لأن ذلك يجنب المختبر عملية التعرض إلى التعب الموضعى السريع فى العضلات العاملة.

فى نهاية فترة العمل على الدراجة الأرجومترية لأداء الاختبار يتم قياس وحساب معدل النبض (الدقيقتين ٥، ٦) ثم نقوم، بالتوصيل بين الرقم الدال على معدل النبض HR فى التدريج الخاص بذلك وبين العبء الجهدى المستخدم على التدريج الآخر، وتكون النقطة التى يلتقى فيها خط التوصيل بين الرقمين ومقياس (تدريج) استهلاك الأكسجين هى مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين لدى هذا الشخص.

www.hollanduniversity.org



شكل (٤٣)

المخطط البيانى (نوموجرام) آستراند – رهيمنج Astrand - Rhyming

لحساب الحجم الأقصى لاستهلاك الأكسجين

عن: «برينتك» Prentice, 1997, p.132 .

www.hollanduniversity.org

مثال:

إذا اختبر لاعب (أ) بواسطة طريقة آستراند لتقدير حجم استهلاك الأكسجين الأقصى لديه، وكان ذلك باستخدام الدراجة الأرجومترية عند مقاومة مقدارها ١٢٠٠ كيلو/م/ ق kp/m/min وبلغ متوسط معدل النبض لديه فى نهاية الاختبار ١٦٨ نبضة/ق ، فما هو مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين لدى هذا اللاعب؟

الإجابة:

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين = ٣,٥ لتر / ق

جدول (٢٦)

تصنيف مستويات اللياقة الهوائية وفق تقديرات الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين باستخدام اختبار آستراند للأشخاص الأصحاء من غير الرياضيين

العمر الزمنى	فئات اللياقة الهوائية					
	مرتفع جدا (VH)	مرتفع (H)	جيد (G)	متوسط (Ave)	مقبول (F)	منخفض (L)
	الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (ملیمتر/ كجم ق)					
الرجال						
٢٠-٢٩	> ٦١	٥٣-٦١	٤٣-٥٢	٣٤-٤٢	٢٥-٣٣	< ٢٥
٣٠-٢٩	> ٥٧	٤٩-٥٧	٣٩-٤٨	٣١-٣٨	٣٣-٣٠	< ٣٢
٤٠-٤٩	> ٥٣	٤٥-٥٣	٣٦-٤٤	٢٧-٣٥	٢٠-٢٦	< ٢٠
٥٠-٥٩	> ٤٩	٤٣-٤٩	٣٤-٤٢	٢٥-٣٣	١٨-٢٤	< ١٨
٦٠-٦٩	> ٤٥	٤٥-٤١	٣١-٤٠	٢٣-٣٠	١٦-٢٢	< ١٦
النساء						
٢٠-٢٩	> ٥٧	٤٩-٥٧	٣٨-٤٨	٣١-٣٧	٢٤-٣٠	< ١٤
٣٠-٣٩	> ٥٣	٤٥-٥٣	٣٤-٤٤	٢٧-٣٣	٢٠-٢٧	< ٢٠
٤٠-٤٩	> ٥٠	٤٢-٤٩	٤٣-٤١	٢٤-٣٠	١٧-٢٣	< ١٧
٥٠-٤٩	> ٤٢	٣٨-٤٢	٢٨-٣٧	٢١-٢٧	١٥-٢٠	< ١٥
٦٠-٦٩	> ٣٩	٣٥-٣٩	٢٤-٣٤	١٨-٢٣	١٣-١٧	< ١٣

* تم بناء المعايير الواردة بهذا الجدول بعد تطبيق اختبار آستراند على عينة من الأفراد الأصحاء من غير الرياضيين بالمجتمع الأمريكى بواسطة مركز الطب الوقائى الأمريكى.

www.hollanduniversity.org

استخدام المعادلات فى تقدير Vo_2max

تستخدم طريقة المعادلات فى تقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين، وتعتمد هذه الطريقة على الرقم الدال على معدل النبض لإدخاله فى بعض المعادلات طبقا لما يلى:

١- حسب طريقة اختبار (آستراند - رهيمنج) تستخدم المعادلة التى صاغها آستراند، روداهل Astrand And Rodahl عام ١٩٧٧ وتنص على أن:

$$Vo_2max = (P \times 2) + 300$$

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين

= (العبء الجهدى كجم/م/ ق ×٢) + ٣٠٠

ويقصد بالعبء الجهدى فى هذه الطريقة مقدار المقاومة المحددة على الدراجة الأرجومترية.

٢- حسب طريقة اختبار ومعادلة «فوكس» Fox

تستخدم طريقة «فوكس» Fox فى تقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين للذكور فقط وهى بنفس الكيفية المستخدمة فى طريقة (آستراند - رهيمنج) من حيث اعتمادها على قياس معدل النبض عقب أداء مجهود بدنى على الدراجة الارجومترية، إلا أن الاختلاف فى طريقة فوكس يتمثل فى أن المقاومة تكون ثابتة بمقدار ١٥٠ وات (أى ما يعادل ٩٠٠ كجم/ م/ ق).

وينتهى أداء الجهد بنهاية الدقيقة الخامسة، ثم يقاس معدل النبض فى الدقيقة وتستخدم المعادلة التالية:

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين

= ٦,٣ - (٠,٠١٩٣ × معدل النبض فى نهاية الدقيقة الخامسة).

$$\text{Predicted } Vo_2max = 6.3 - (0.0193 \times HR)$$

www.hollanduniversity.org

مثال:

إذا وصل معدل نبض اللاعب عند نهاية الدقيقة الخامسة من أداء اختبار «فوكس» إلى معدل ١٦٨ نبضة/ ق، فما مقدار الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين لدى هذا اللاعب.

النتيجة: الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين = ٦,٣ × (١٩٣ · ,٠ × ١٦٨)

= ٣,١ لتر / ق (تقريبا)

ثانيا: طريقة اختبار «هارفارد» Harvard Test

- فى معمل دراسات التعب بجامعة هارفارد بالولايات المتحدة أعد «بروها» ومساعدوه (١٩٤٢) اختبارا لقياس الكفاءة البدنية لطلاب الجامعة وذلك بعملية الصعود والهبوط فوق صندوق أو مقعد مع اختلاف الارتفاع تبعا للسن والجنس، ويتم العمل وفقا لتوقيت معين ثم يحسب النبض خلال فترة الاستشفاء وبواسطة دليل خاص تحدد الكفاءة البدنية.

طريقة الأداء:

يختلف ارتفاع المقعد أو الصندوق، كما يختلف زمن الأداء تبعا للسن والجنس وفقا للجدول التالى:

جدول (٢٧)

زمن أداء اختبار هارفارد وارتفاعات الصندوق للجنسين

السن والجنس	الارتفاع (سم)	زمن الأداء
الرجال	٥٠	٥ ق
السيدات	٤٣	٥ ق
بنون ٨ - ١٢ سنة	٥٠	٤ ق
بنات ٨ - ١٢	٤٠	٤ ق

www.hollanduniversity.org

- توقيت العمل للجميع هو ٣٠ مرة صعود وهبوط فى الدقيقة، بضبط التوقيت على ١٢٠ دقة فى الدقيقة، وكل مرة تتكون من أربع عدات (صعود - صعود- هبوط - هبوط).

- يجب أن يبدأ الصعود والهبوط دائما بنفس القدم، ويمكن السماح بتبديل القدم أثناء العمل عدة مرات.

إذا لم يتمكن اللاعب من الأداء بنفس التوقيت خلال ٢٠ ثانية يوقف الاختبار ويسجل الزمن الذى توقف عنده اللاعب ويستخدم الزمن فى المعادلة المختصرة عند تقويم الكفاءة البدنية.

- يقوم المختبر بأداء الاختبار ثم يجرى له قياس النبض لمدة ٣٠ ثانية فى الدقيقة الثانية والثالثة والرابعة بعد الانتهاء من الأداء.

تقويم النتائج:

تحسب الكفاءة البدنية بواسطة المعادلة التالية:

$$\text{دليل الكفاءة البدنية} = \frac{\text{زمن الأداء بالثانية} \times ١٠٠}{(\text{نبض ١} + \text{نبض٢} + \text{نبض٣}) \times ٢}$$

حيث نبض ١ عدد نبضات القلب لمدة ٣٠ ثانية فى الدقيقة الثانية بعد الانتهاء من المجهود ونبض ٢ فى الدقيقة الثالثة ونبض ٣ فى الدقيقة الرابعة من نهاية الاختبار.

المعادلة المختصرة (لمن لم يكمل زمن الاختبار بالكامل)

$$\text{دليل الكفاءة البدنية} = \frac{\text{زمن الأداء بالثانية} \times ١٠٠}{\text{نبض ١} \times ٥,٥}$$

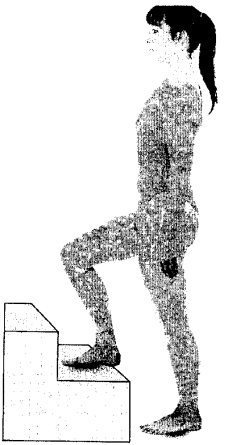
ويمكن تقييم مستوى اللياقة الهوائية أو الكفاءة البدنية طبقا لنتائج اختبار هارفارد بواسطة الكشف عن نتائج الاختبار فى جدول المعايير الذى توصل إليه ماثيوز Ma-thews وهو كالتالى:

www.hollanduniversity.org

جدول (٢٨)

تقييم مستويات اللياقة الهوائية فى اختبار هارفارد

مستوى اللياقة	نتائج الاختبار
ممتاز	أكبر من ٩٠
جيد	٨٠-٨٩
متوسط	٦٥-٧٩
أقل من المتوسط	٥٥-٦٤
ضعيف	أقل من ٥٥



شكل (٤٤)

تقدير اللياقة الهوائية باستخدام اختبار الخطوة Step Test

www.hollanduniversity.org

مثال:

احسب دليل الكفاءة البدنية لشخص أكمل أداء اختبار هارفارد، وكانت قياسات النبض عقب أداء الاختبار كالتالى:

النبض لمدة ٣٠ ثانية فى الدقيقة الثانية من نهاية المجهود = ٥٣ نبضة / دقيقة

النبض لمدة ٣٠ ثانية فى الدقيقة الثالثة من نهاية المجهود = ٤٤ نبضة/ دقيقة

النبض لمدة ٣٠ ثانية فى الدقيقة الرابعة من نهاية المجهود = ٤٣ نبضة/ ق.

الحل:

$$\text{دليل الكفاءة البدنية} = \frac{\text{٣٠٠ ثانية} \times ١٠٠}{٢ \times (٥٣ + ٤٤ + ٥٣)} = ١٠٧ \text{وحدة}$$

ثالثا: طريقة اختبار الخطو ٣ دقائق 3-Minute Step Test:

يقوم هذا الاختبار على استخدام طريقة الخطو فوق صندوق وفق إيقاع محدد يستمر لفترة زمنية مقدارها ٣ ثلاث دقائق، والغرض من الاختبار هو تقدير وتقويم اللياقة الهوائية (القلبية التنفسية) للأشخاص من الجنسين بداية من عمر ٢٠ سنة فأكثر، وهو من أبسط أنواع الاختبارات الهوائية التى تستخدم الخطو كأسلوب لأداء الجهد البدنى، ويصلح الاختبار على نحو أكبر فى مجال تقويم اللياقة المرتبطة بالصحة Fit-ness Related Health لدى عموم الأشخاص وخاصة الممارسين للنشاط الرياضى من غير ذوى المستويات العليا.

الأدوات والأجهزة المطلوبة للاختبار:

- صندوق أو مقعد خشبى بارتفاع ٣٠ سم (١٢ بوصة).
- ميقات (مترونوم) Metronome لضبط توقيت الإيقاع المنتظم للأداء.
- ساعة إيقاف Stop Watch..
- سماعة طبية لقياس معدل النبض ويمكن استخدام طريقة الجس اليدوى.

www.hollanduniversity.org

الإجراءات ومواصفات الأداء:

١- يضبط جهاز المترونوم على معدل ٩٦ دقة فى الدقيقة بما يعادل أداء الجهد بمعدل ٢٤ مرة صعودا وهبوطا فوق الصندوق الخشبى على أساس أن المرة الواحدة تحسب بأداء ٤ خطوات: خطوتان للصعود (القدم اليمنى- القدم اليسرى) وخطوتان للهبوط (القدم اليمنى- القدم اليسرى).

٢- يبدأ أداء الاختبار عندما يعطى الأخصائى إشارة البدء، وينتهى الاختبار بانتهاء زمن ٣ ثلاث دقائق كاملة حيث تعطى الإشارة بانتهاء الأداء، وفى آخر مرة للصعود والهبوط لانتهاء زمن الأداء ينادى على خطوات المختبر (فوق - فوق - أسفل - قف) وينبغى أن يخطر أو ينبه المختبر عندما يتبقى ٢٠ ثانية من زمن نهاية الاختبار ويوجه للجلوس عقب ذلك مباشرة.

٣- يجلس المختبر - فورا - على الصندوق أو المقعد عند انتهاء الاختبار ويبقى مستقرا لمدة ٣٠ ثانية للاسترداد، ثم يقوم الأخصائى بقياس معدل النبض.

تقييم النتائج:

يتم تقييم مستوى اللياقة الهوائية للجنسين وفق الجدول التالى:

www.hollanduniversity.org

جدول (٢٩)

تقييم مستوى اللياقة الهوائية فى اختبار الخطو ٣ دقائق

3 - Minute Step Test

مستوى اللياقة Fitness Level	نبضة فى الدقيقة بعد أداء جهد الاختبار Beats Per Minute After Exercise			
العمر Age	سنة ٢٠-٢٩	سنة ٣٠-٣٩	سنة ٤٠-٤٩	٥٠ سنة فأكثر
رجال Men				
ممتاز Excellent	تحت ٧٦	تحت ٨٠	تحت ٨٢	تحت ٨٤
جيد Good	٨٥-٧٦	٨٧-٨٠	٨٩-٨٢	٩١-٨٤
مناسب Fair	١٠١-٨٦	١٠٣-٨٨	١٠٥-٩٠	١٠٧-٩٢
ضعيف Poor	فوق ١٠١	فوق ١٠٣	فوق ١٠٥	فوق ١٠٧
نساء Women				
ممتاز Excellent	تحت ٨٦	تحت ٨٨	تحت ٩٠	تحت ٩٢
جيد Good	٩٣-٨٦	٩٥-٨٨	٩٧-٩٠	٩٩-٩٢
مناسب Fair	١١٠-٩٤	١١٢-٩٦	١١٤-٩٨	١١٦-١٠٠
ضعيف Poor	فوق ١١٠	فوق ١١٢	فوق ١١٤	فوق ١١٦

عن: «كارول، سميث» Carroll and Smith , 1992.

ملحوظة:

تستخدم جمعية الشبان المسيحية الأمريكية YMCA of the USA اختبار الخطو ثلاث دقائق فى تقدير اللياقة الهوائية بنفس المواصفات السابق شرحها للاختبار مع اختلاف بسيط، حيث يبدأ حساب معدل النبض فورا عقب المجهود ولمدة دقيقة كاملة دون حصول المختبر على فترة استرداد، ويتم الكشف عن مستوى اللياقة الهوائية للشخص من خلال المعايير الواردة بالجدول (٣٠).

ومع الأخذ فى الاعتبار أنه لكى ينتظم معدل النبض ويمكن حسابه عقب المجهود مباشرة قد يحتاج ذلك إلى فترة زمنية فى حدود ٥ ثوان تقريبا، وحساب معدل النبض

www.hallpublishing.com

على مدى دقيقة كاملة عقب الاختبار يستمر الوقت الذي يرجع فيه النبض إلى معدله الطبيعي يعكس مقدار هذا المعدل عقب أداء الجهد. كما يعكس أيضا معدل استشفاء القلب خلال تلك الفترة وفق ما ذكره «مايرز، وسيننج» Myers And Sinning , 1989.

جدول (٣٠)

تقويم مستويات اللياقة الهوائية وفق اختبار

الخطو لمدة ٣ ق لجمعية الشبان المسيحية YMCA

الجنس Gender	مستوى اللياقة الهوائية	المرحلة السنية (العمر بالسنوات)					
		١٨-٢٥	٢٦-٣٥	٣٦-٤٥	٤٦-٥٥	٥٦-٦٥	أكبر من ٦٥
		(معدل النبض في الدقيقة بعد مرور دقيقة واحدة من انتهاء الاختبار)					
ذكور	ممتاز	٧٠-٧٨	٧٣-٧٩	٧٢-٨١	٧٨-٨٤	٧٢-٨٢	٧٢-٨٦
	جيد	٨٢-٨٨	٨٣-٨٨	٨٦-٩٤	٨٩-٩٦	٨٩-٩٧	٨٩-٩٥
	فوق المتوسط	٩١-٩٧	٩١-٩٧	٩٨-١٠٢	٩٩-١٠٣	٩٨-١٠١	٩٧-١٠٢
	متوسط	١٠١-١٠٤	١٠١-١٠٦	١٠٥-١١١	١٠٩-١١٥	١٠٥-١١١	١٠٤-١١٣
	أقل من المتوسط	١٠٧-١١٤	١٠٩-١١٦	١١٣-١١٨	١١٨-١٢١	١١٣-١١٨	١١٤-١١٩
	ضعيف	١١٨-١٢٦	١١٩-١٢٦	١٢٠-١٢٨	١٢٤-١٣٠	١٢٢-١٢٨	١٢٢-١٢٨
	ضعيف جدا	١٣١-١٦٤	١٣٠-١٦٤	١٣٢-١٦٨	١٣٥-١٥٨	١٣١-١٥٠	١٣٣-١٥٢
إناث	ممتاز	٧٢-٨٣	٧٢-٨٦	٧٤-٨٧	٧٦-٩٣	٧٤-٩٢	٧٣-٨٦
	جيد	٨٨-٩٧	٩١-٩٧	٩٣-١٠١	٩٦-١٠٢	٩٧-١٠٣	٩٣-١٠٠
	فوق المتوسط	١٠٠-١٠٦	١٠٣-١١٠	١٠٤-١٠٩	١٠٦-١١١٣	١٠٦-١١١	١٠٤-١١٤
	متوسط	١١٠-١١٦	١١٢-١١٨	١١١-١١٧	١١٧-١٢٠	١١٣-١١٧	١١٧-١٢١
	أقل من المتوسط	١١٨-١٢٤	١٢١-١٢٧	١٢٠-١٢٧	١٢١-١٢٦	١١٩-١٢٧	١٢٣-١٢٧
	ضعيف	١٢٨-١٣٧	١٢٩-١٣٥	١٣٠-١٣٨	١٢٧-١٣٣	١٢٩-١٣٦	١٢٩-١٣٤
	ضعيف جدا	١٤٢-١٥٥	١٤١-١٥٤	١٤٣-١٥٢	١٣٨-١٥٢	١٤٢-١٥١	١٣٥-١٥١

المصدر: Myers , and Sinning , 1989.

www.hollanduniversity.org

رابعا: طريقة اختبار كوبر Coper Test (الجرى ١٢ دقيقة)

يعد اختبار كوبر أحد أهم الاختبارات الميدانية وأكثرها انتشارا فى مجال تقدير اللياقة الهوائية للأفراد الرياضيين بوجه عام، ويقوم الاختبار على أساس إمكانية استمرار الفرد فى الجرى لمدة ١٢ دقيقة وحساب المسافة المقطوعة خلال تلك الفترة حيث تقاس المسافة بالكيلومتر، ويتم تقييم مستوى اللياقة الهوائية وفقا لمعايير خاصة بذلك (جدول ٣١) كما أنه يمكن تقدير مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين من نفس النتائج التى تم الحصول عليها باستخدام الجدول.

جدول (٣١)

تصنيف مستويات اللياقة الهوائية وفق نتائج اختبار كوبر Copper

الجنس	العمر (سنة)	المسافة المقطوعة بالكيلومتر			
		منخفض	مرضى	جيد	عال
الرجال	١٧-٢٦	أقل من ٢,١٧	٢,١٧-٢,٤٨	٢,٤٩-٢,٨٩	أكبر من ٢,٨٩
	٢٧-٣٩	أقل من ٢,٠٩	٢,٠٩-٢,٣٢	٢,٣٣-٢,٥٦	أكبر من ٢,٥٦
	٤٠-٤٩	أقل من ٢,٠١	٢,٠١-٢,٢٣	٢,٢٤-٢,٤٠	أكبر من ٢,٤٠
	أكبر من ٥٠	أقل من ١,٧٩	١,٧٩-٢,٠٠	٢,٠١-٢,٢٥	أكبر من ٢,٢٥
النساء	١٧-٢٦	أقل من ١,٨٥	١,٨٥-٢,٠٠	٢,٠١-٢,٣٣	أكبر من ٢,٣٣
	٢٧-٣٩	أقل من ١,٦٩	١,٦٩-١,٩٢	١,٩٣-٢,١٧	أكبر من ٢,١٧
	٤٠-٤٩	أقل من ١,٦٠	١,٦٠-١,٨٤	١,٨٥-٢,٠١	أكبر من ٢,٠١
	أكبر من ٥٠	أقل من ١,٥٢	١,٥٢-١,٦٨	١,٦٩-١,٨٥	أكبر من ١,٨٥

www.hollanduniversity.org

جدول (٣٢)

بعض المستويات فى اختيار كوبر للجرى لمدة ١٢ دقيقة وما يقابلها من تقدير للاستهلاك الأقصى للأكسچين

	ضعيف	متوسط	جيد	ممتاز
جرى ١٢ دقيقة (المسافة كم)	٢,٠	٢,٤	٢,٨	٣,٢
الاستهلاك الأقصى للأكسچين (مل/ كجم/ ق) تقريبا	٣٠	٣٥-٤٥	٤٥-٥٥	٥٥-٦٥

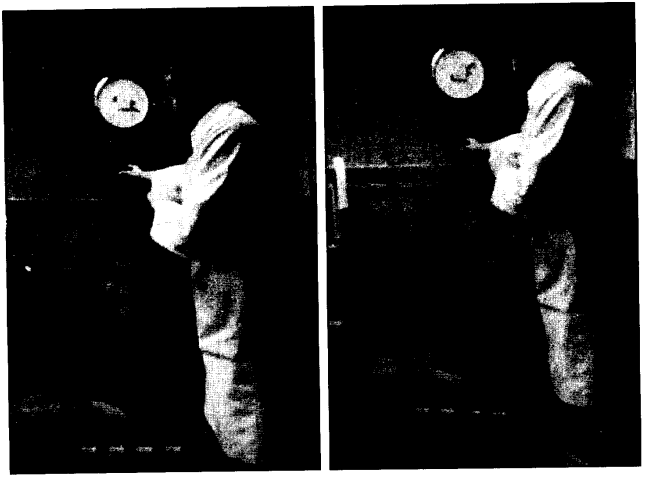
نقلا عن: «بورك» Burk ,1976

www.hollanduniversity.org

الفصل الحادى عشر

التركيب الجسمى
والقياسات الأنثروبومترية للرياضيين

The Body Composition and the
Anthropometrical Measurement For Athlets



www.hollanduniversity.org

يشتمل التكوين الجسمى للإنسان على مجموع أوزان أجزائه المختلفة: عضلات، عظام، دهون، الأعضاء التى تكون الأجهزة الداخلية للجسم، ويتحدد التكوين الجسمى Body Composition تبعا لكتلة تلك الأوزان المختلفة ونسبتها المئوية مقارنة بالوزن الكلى للجسم.

ويتميز وزن النسيج العظمى وكذا وزن أجهزة الجسم الحيوية الداخلية بدرجة من الثبات النسبى تقريبا، كما أن الفروق الفردية فى هذه المكونات ارتباطا بالوزن الكلى للجسم تعتبر غير واضحة بدرجة كبيرة بين الأفراد وعلى العكس من ذلك بالنسبة للتكوين العضلى والدهنى حيث تظهر فروقا ملحوظة بين الناس فى هذين المكونين لارتباطهما الوثيق بحركة الإنسان ونشاطه بالإضافة إلى عوامل أخرى عديدة.

وفى مجال فسيولوجيا الرياضة اتفق العلماء على تمييز مكونين أساسيين للجسم عند المقارنة فى هذا المجال وهما:

١- دهن الجسم Body Fat.

٢- كتلة الجسم بدون الدهن Lean Body Mass , LBM.

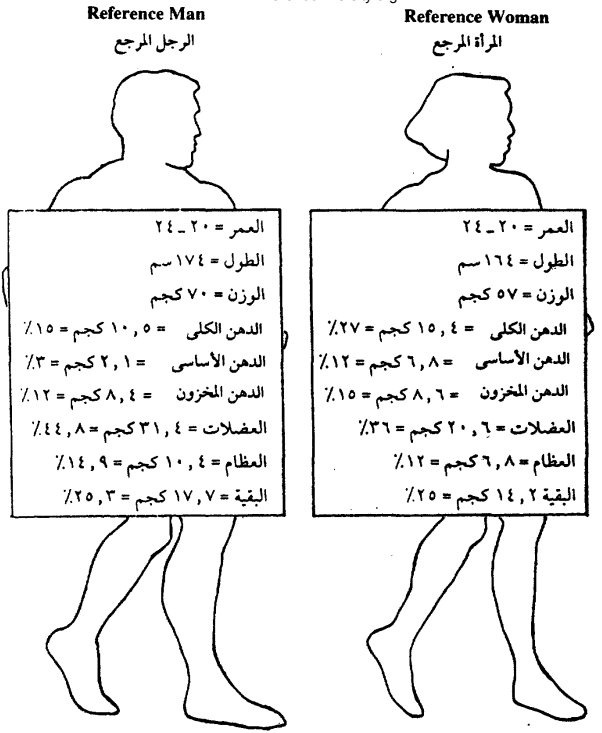
أولا: دهن الجسم Body Fat

تبلغ نسبة الدهون بجسم الإنسان مقدار ١٥ - ٢٠٪ لدى الرجال وبين ٢٢ - ٢٨٪ لدى النساء، وبالنسبة للأفراد الرياضيين تقل تلك النسبة، فى حين تزداد نسبة الدهون بزيادة العمر، وينقسم دهن الجسم إلى قسمين هما:

١- الدهن الأساسى: Essential Fat

ويوجد هذا القسم من الدهون فى نخاع العظام والأنسجة العصبية وأعضاء الجسم المختلفة كالقلب والكلى والكبد والرئتين.... ويبلغ هذا المقدار من الدهن بنسبة ٣٪ من وزن الجسم لدى الرجال، ١٢٪ من وزن الجسم لدى النساء، وانخفاض هذا القدر من الدهون عن تلك النسب التكوينية الأساسية قد يعد علامة مرضية، ويوضح شكل (٣٩) الإطار النظرى النموذجى لتركيب الجسم للرجل والمرأة فى المرحلة العمرية (٢٠ - ٢٤) سنة.

www.hollanduniversity.org



شكل (٤٥)

الإطار النظرى المرجع للتركيب الجسمى لكل من الرجل والمرأة.

عن «مك أردل» وآخرين ١٩٩٦

www.hollanduniversity.org

٢- الدهن المخزون: Storage Fat

ويمثل هذا القسم من الدهون النسبية الباقية من دهن الجسم، ويتركز تكوينه تحت الجلد وفى الأنسجة الدهنية التى تحيط بأجهزة الجسم المختلفة، ويستخدم الدهن المخزون كمصدر للطاقة، كما يمكن أنه يعمل على حماية أجهزة الجسم الحيوية من الصدمات.

ثانيا: كتلة الجسم بدون الدهن Lean Body Mass (LBM)

ويقصد بها القسم الآخر من مكونات الجسم (العضلات، العظام... بعد استبعاد وزن الجسم، ومن ثم تقدر كتلة الجسم بدون الدهن بواسطة المعادلة التالية:

كتلة الجسم بدون الدهن = وزن الجسم- وزن الدهن المخزون

Lean Body Mass = Body Weight - Storage Body Fat

ولتقدير نسبة الدهن فى الجسم يستخدم عدد من الطرق والوسائل التى سوف يرد شرحها فى نهاية هذا الفصل، إلا أنه كما ذكرنا فإن النسبة تكون فى حدود ١٥ - ٢٠٪ للرجال، ٢٢ - ٢٨٪ للنساء، وحيث إن معطيات المعادلة السابقة لحساب كتلة الجسم بدون الدهن LPM تعتمد على وزن الدهن المخزون وليس نسبته المئوية؛ لذا تجدر الإشارة إلى أن تحويل النسبة المئوية للدهن إلى وزن - بالكيلوجرامات مثلا - يعتمد على معرفة مقدار وزن الجسم ككل، وتستخدم فى ذلك المعادلة التالية:

وزن الدهن بالجسم = النسبة المئوية للدهن × وزن الجسم

Fat Body Weight (FBW) = Percent Body Fat x Body Weight

وعلى سبيل المثال:

إذا كان وزن الجسم لأحد اللاعبين هو ٧٠ كيلوجراما وبلغت النسبة المئوية للدهن لديه ١٨٪ فكيف يمكن تقدير كتلة الجسم بدون الدهن LBM لهذا اللاعب؟

www.hollanduniversity.org

الإجابة:

وزن الدهن = النسبة المئوية للدهن × وزن الجسم

= ١٨٪ × ٧٠ = (١٠٠÷١٨) × ٧٠ = ١٢,٦ كيلوجرام

إذن: كتلة الجسم بدون الدهن = وزن الجسم - وزن الدهن

= ٧٠ - ١٢,٦ = ٥٧,٤ كيلوجرام

المواصفات النموذجية للتكوين الجسمي:

وضع «مارك أردل» وزملاءه Mcardle et al ١٩٩٦ مقاييس نموذجية للرجل والمرأة فى المرحلة السنية ٢٠-٢٤ سنة وأطلق مصطلح «الرجل المرجع» Reference Man ومصطلح «المرأة المرجع» Reference Woman على المقاييس النموذجية لمكونات الجسم لكل منهما، وتستخدم تلك المقاييس للأسترشاد بها عند المقارنة فقط، حيث إن هذه القياسات تختلف تبعا لمراحل السن المختلفة، فتركيب الجسم لدى الأطفال يختلف عنه لدى كبار السن وهكذا.. راجع شكل (٤٥).

ويوضح «شاركى» Sharky 1984 بعض متوسطات نسب الدهن بالجسم لدى الذكور والآناث فى مراحل عمرية مختلفة حيث يتبين ذلك من خلال الجدول التالى:

جدول (٣٣)

متوسط نسب الدهن بالجسم تبعا للسن والجنس

العمر بالسنوات	متوسط نسبة الدهن	
	ذكور	إناث
١٥	١٢٪	٢١,٢٪
١٨-٢٢	١٢,٥٪	٢٥,٧٪
٢٣-٢٩	١٤٪	٢٩٪
٣٠-٤٠	١٦,٥٪	٣٠٪
٤١-٥٠	٢١٪	٣٢٪

نقلا عن: Sharky, 1984

www.hollanduniversity.org

وبالنسبة للأفراد المدربين من لاعبى الرياضات المختلفة يعرض «ولمور وكوستيل» Wilmore and Costill. 1987 مدى ومتوسطات أوزان الجسم ونسبة الدهن لدى الرياضيين فى ألعاب متنوعة. ويوضح جدول (٣٤) بيانا بذلك .

جدول (٣٤)

وزن الجسم والنسب المئوية للدهن لدى الرياضيين فى رياضات متنوعة

نوع الرياضة	ذكور		إناث	
	وزن الجسم/ كجم	نسبة الدهن ٪	وزن الجسم/ كجم	نسبة الدهن ٪
كرة السلة	٨٤-١٠٩	٧-١١	٦٣-٦٨	٢١-٢٧
الدراجات	٦٧	٩	٦١	١٥
الجمباز	٦٩	٥	٥٠-٥٨	١٠-٢٤
كرة القدم	٧٢-٧٦	٦-١١	-	-
السباحة	٥٩-٧٩	٥-١١	٥٧-٦٧	١٥-٢٦
التنس	٧٧	١٥-١٦	٥٦	٢٠
جرى مسافات طويلة	٦٣-٧٢	٥-١٨	٥٣-٥٧	١٥-١٩
جرى مسافات متوسطة	٧٢	٧-١٢	-	-
عدو	٧٣-٧٤	٥-١٧	٥٧	١٩
اختراق الضاحية	-	-	٥١	١٥
قذف القرص	١٠٥-١١١	١٦	٧١	٢٥
وثب وحواجز	-	-	٥٩	٢١
دفع الجلة	١١٣-١٢٦	١٧-١٨	٧٨	٢٨
رفع الأثقال	٨٨	١٢	-	-
كمال الأجسام	٨٣-٨٨	٨	٥٤	١٣
المصارعة	٦٦-٨٢	٤-١٤	-	-

نقلا عن: Wilmore and Costill , 1987

www.hollanduniversity.org

وبالنسبة لتقييم درجة السمنة لدى الأفراد (الرجال - السيدات) وفقا لنسبة الدهن بالجسم يوضح «روبنس» وآخرون Robbins et al. 1999 أن نسبة الدهن تكون منخفضة جدا بالجسم إذا كانت لدى الذكور أقل من ١٠٪، وكانت لدى الإناث أقل من ١٧٪ وتكون النسبة عالية High Fat إذا بلغت لدى الذكور ٢١ - ٢٥٪ ولدى الإناث ٢٨ - ٣٠٪، ويصل الرجال إلى درجة السمنة Obese إذا زادت النسبة عن ٢٥٪، ويصل النساء إلى هذه الدرجة إذا زادت النسبة عن ٣٠٪ ويتضح ذلك من خلال الجدول التالى:

جدول (٣٥)

معايير نسبة الدهن بالجسم Body Fat Norms

تقدير درجة السمنة	ذكور	إناث
نسبة منخفضة جدا من الدهون	أقل من ١٠ ٪	أقل من ١٧ ٪
نسبة دهون منخفضة	١٠ - ١٣ ٪	١٧ - ٢٠ ٪
نسبة دهون متوسطة	١٤ - ١٧ ٪	٢١ - ٢٤ ٪
نسبة دهون فوق المتوسط	١٨ - ٢٠ ٪	٢٥ - ٢٧ ٪
نسبة دهون عالية	٢١ - ٢٥ ٪	٢٨ - ٣٠ ٪
سمنة	أكبر من ٢٥ ٪	أكبر من ٣٠ ٪

عن: «روبنس» وآخرون Robbins et al. 1999

طرق تقدير التكوين الجسمى:

هناك عدة طرق - غير مباشرة - تستخدم فى تقدير التكوين الجسمى للأفراد، منها طريقة حساب كثافة الجسم Body density عن طريق وزن الشخص وجسمه مغمور أسفل الماء Underwater Weighing فى حوض خاص بذلك، حيث يستخدم ميزان معد لهذه الطريقة، ومن خلال تحديد وزن الجسم فى الهواء ووزنه فى الماء وبدلالة حجم الجسم BV يمكن حساب الكثافة density ونسبة الدهن بالجسم Percentage of body fat وكتلة الجسم بدون الدهن lean body mass، كما يستخدم فى تقدير

www.hollanduniversity.org

التكوين الجسمى طرقا عديدة أخرى يعتمد البعض منها على تصوير الجسم بالأشعة Ra-diography ثم إجراء بعض الطرق الحسابية لتقدير المكونات الجسمية، وهناك طرق تعتمد على مؤشرات طول الجسم ووزنه واستخلاص مؤشر كتلة الجسم BMI من خلال العلاقة بينهما، كما توجد بعض الطرق التى تستخدم التقدير بواسطة المخطط البيانى (النوموجرام) Nomogram وكذلك توجد طرق تعتمد على التحليل البيوكيميائى للجسم byochemistry أو التقدير باستخدام الموجات فوق الصوتية ultrasound، ونظرا لأن بعض الطرق المذكورة تحتاج إلى تكلفة مادية وترتيبات خاصة؛ لذا فإننا سوف نتاول بالشرح طريقة مبسطة تعرف بمؤشر كتلة الجسم BMI لتقدير التكوين الجسمى للفرد.

تقدير التركيب الجسمى بحساب مؤشر كتلة الجسم:

Body Mass Index, BMI

تعتمد طريق تقدير التكوين الجسمى لحساب مؤشر كتلة الجسم على نوع العلاقة الارتباطية بين قياسى طول الجسم ووزنه، وهى طريقة جيدة للتعبير عن درجة البدانة لدى الشخص المجرى عليه القياس، تعرف هذه الطرية باسم مؤشر «كتيليت Quete-let`s Index» ويتم حساب مؤشر كتلة الجسم فيها بواسطة المعادلة التالية:

مؤشر كتلة الجسم = الوزن ÷ مربع الطول بالمتر

$$BMI = BW \div Ht^2$$

حيث:

BMI = مؤشر كتلة الجسم Body Mass Index

Bw = وزن الجسم بالكيلوجرامات.

Ht^2 = مربع طول الجسم بالمتر (م^2)

ويكون ناتج المعادلة السابقة مقدرا بالوحدة (كجم/م^2) ولتوضيح ذلك نطرح المثال التالى:

www.hollanduniversity.org

مثال:

إذا كان وزن أحد الأشخاص ٧٠ كجم وطوله ١٧٥ سم، فإن مؤشر كتلة الجسم بالنسبة له يكون كالتالى:

$$BMI = ٧٠ \div (١,٧٥)^{٢}$$

$$= ٧٠ \div ٣,٠٦$$

$$= ٢٢,٨٧$$

والجدير بالذكر أنه كلما زاد مقدار مؤشر كتلة الجسم للشخص المختبر دل ذلك على زيادة نسبة الدهن لديه، ذلك مع استثناء بعض حالات الرياضيين الذين يمتلكون كتلة عضلية كبيرة كلاعبى الرمى ورفع الأثقال والمصارعين ولاعبى بناء الأجسام وغيرهم ... حيث تكون زيادة مؤشر كتلة الجسم BMI على حساب العضلات لا الدهون، ويعرض جدول (٣٦) بعض المعايير الخاصة بمؤشر كتلة الجسم لدى الذكور والإناث خلال المراحل العمرية ٥-١٨ سنة.

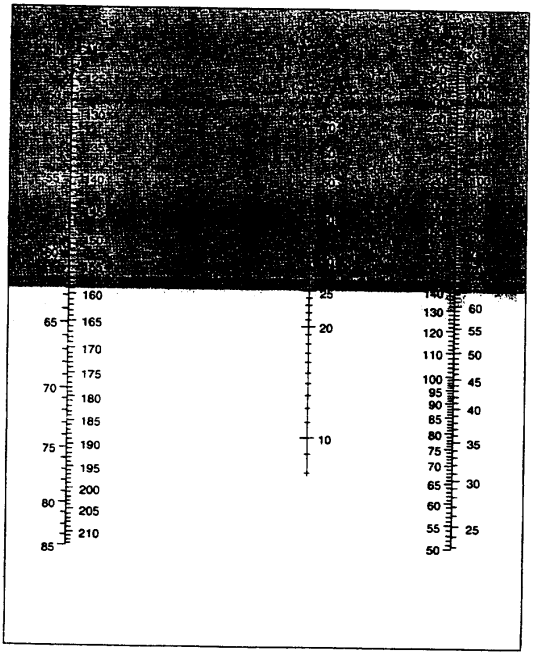
جدول (٣٦)

معايير كتلة الجسم BMI لدى الذكور والإناث فى المراحل العمرية ٥- ١٨ سنة

ذكور Male		إناث Female	
العمر بالسنوات	مؤشر كتلة الجسم BMI (كجم/م٢)	العمر بالسنوات	مؤشر كتلة الجسم BMI (كجم/م٢)
٥- ٧	١٣ - ٢٠	٥ - ٩	١٤ - ٢٠
٨ - ١٠	١٤ - ٢٠	١٠ - ١١	١٤ - ٢١
١١	١٥ - ٢١	١٢	١٥ - ٢٢
١٢	١٥ - ٢٢	١٣	١٥ - ٢٣
١٣	١٦ - ٢٣	١٤ - ١٦	١٧ - ٢٤
١٤	١٦ - ٢٤	١٧	١٧ - ٢٥
١٥	١٧ - ٢٤	١٨	١٨ - ٢٩
١٦	١٨ - ٢٤		
١٧	١٨ - ٢٥		
١٨	١٨ - ٢٦		

www.hollanduniversity.org

ويمكن حساب مؤشر كتلة الجسم بواسطة استخدام المخطط البياني (النوموجرام Nomogram) شكل (٤٦)، حيث يتم توصيل الرقم الدال على طول الجسم من العمود الأيسر بالرقم الدال على الوزن فى العمود الأيمن، وعند التقاء الخط الواصل بين الرقمين بالخط الأوسط الدال على مؤشر كتلة الجسم BMI تؤخذ القراءة الدالة على ذلك.



شكل (٤٦)

مخطط بيانى «نوموجرام» لتقدير مؤشر كتلة الجسم BMI بدلالة طول الجسم ووزنه

عن: «روبنس» وآخرين Robbins et al., 1999.

ويكون تقويم مستوى النضج لكتلة الجسم كالتالى:

من ٢٠ - ٢٥ = مؤشر طبيعى ومرغوب لكتلة الجسم.

فوق ٢٥ - ٢٧ = توجد سمنة متوسطة وينبغى الحذر.

فوق ٢٧ = سمنة مفرطة وتمثل عامل خطر على الصحة.

وتشير بعض المراجع إلى تحديد هذه المستويات بالنسبة للرجال والسيدات، حيث يكون مؤشر كتلة الجسم طبيعيا إذا لم يزد عن ٢٥ للرجال، و٢٧ للسيدات. فإذا كان بين ٢٥ - ٢٧ للرجال، وبين ٢٧ - ٣٠ للسيدات. دل ذلك على مستوى متوسط من السمنة، أما إذا زاد الرقم عن ٢٧ للرجال، و٣٠ للسيدات فإن ذلك يعنى البدانة المرتفعة.

القياسات الأنثروبومترية للرياضيين

Anthropometrical Measurements For Athletes

معنى القياس الأنثروبومترى وأهميته:

كلمة أنثروبومترى Anthropometry مشتقة من مقطعين باللغة الإغريقية هما Anthropo معناها الإنسان و Metry وتعنى القياس، ومن هذا يتضح أن الأنثروبومترى يعنى قياس جسم الإنسان وأجزائه المختلفة، والأنثروبومترى فرع من فروع الأنثروبولوجيا Anthropology وهو العلم الذى يبحث فى دراسة أصل الإنسان وتطوره من النواحى البدنية والاجتماعية والثقافية والسلوكية....

وتعتبر القياسات الانثروبومترية من الوسائل المهمة التى يمكن الاعتماد عليها فى توصيف جسم الإنسان ومتابعة عمليات النمو الجسمى وخاصة بالنسبة للأطفال فى المراحل العمرية المختلفة، وفى المجال الرياضى ترتبط القياسات الأنثروبومترية للاعبين بطبيعة الأنشطة الرياضية التى يمارسونها، ومن خلال تميز المبتدئين والناشئين فى الألعاب المختلفة ببعض المقاييس الأنثروبومترية بالإضافة إلى بعض جوانب التقويم الأخرى، يمكن الحصول على بعض المؤشرات للتنبؤ بإمكانية الناشئ فى تحقيق مستويات رياضة معينة، كما أن نتائج الدراسات العلمية تشير إلى وجود علاقة ارتباطيه بين بعض القياسات الأنثروبومترية وعناصر اللياقة البدنية المختلفة، كارتباط القوة العضلية بمساحة المقطع العرضى للعضلة، وارتباط اتساع خطوة الجرى ومسافة الوثب العالى بطول أجزاء الطرف السفلى للجسم... إلخ.

www.hollanduniversity.org

أسس إجراء القياسات الأنثروبومترية:

يحدد «لومان وزملاءه» Lohman et al ١٩٨٨ و«فرانك وسيلز» Frank & Syls 1974 بعض الأسس الخاصة بإجراء قياسات الجسم الإنسانى وتتمثل أهم تلك الأسس فيما يلى:

١- ضرورة التحديد الدقيق للنقاط التشريحية لجسم الإنسان.

٢- توحيد أوضاع القياس لجميع الأفراد المجرى عليهم القياس.

٣- التأكد من دقة المقاييس والأدوات المستخدمة فى القياس.

٤- استخدام الطرق الإحصائية المناسبة عند معالجة البيانات.

٥- أن يجرى القياس حيث يكون الفرد مرتديا المايوه فقط.

٦- إذا أجرى تكرار للقياس الأنثروبومترى على فترات متباعدة يجب أن يكون ذلك باستخدام نفس الأدوات وفى نفس الظروف.

كيفية تحديد النقاط التشريحية لجسم الإنسان:

تشير المراجع المتخصصة إلى أن النقاط التشريحية لجسم الإنسان يمكن تحديدها بعد دراسة على الهيكل العظمى واستخدام أشعة إكس X-rays كما أنه يمكن تحديدها والاستدلال عليها عن طريق:

١- البروزات العظمية والمناطق الغائرة على سطح الجسم الخارجى.

٢- الانثناءات الجلدية.

٣- حدود بعض المناطق أو الأجزاء المغطاة بالشعر.

٤- بعض المناطق البارزة فوق الجلد مثل حلمة الثدى.

كما يمكن معرفة النقاط غير الظاهرة جيدا بواسطة تحريك الأصابع على أماكن اتصال العظام أو بروزاتها أو سطوحها، وبعد تحديد مكان النقط يمكن بواسطة قلم جاف وضع علامة عليها ليتم بعد ذلك إجراء عملية القياس.

www.hollanduniversity.org

القياسات الأنثروبومترية الأكثر استخداما فى المجال الرياضى:

نعرض فيما يلى نماذج لبعض القياسات الأنثروبومترية الأكثر استخداما فى المجال الرياضى وتشمل:

١- قياسات الأطوال: Measurement of Lengths

(قياس الطول الكلى للجسم - قياس أطوال بعض أجزاء الجسم).

٢- قياسات المحيطات: Measurement of Circumferences.

٣- قياسات العروض (الاتساعات): Measurement of Widths.

٤- قياسات سمك ثنايا الجلد: Measurement of Skinfolds وتقدير نسبة الدهن بالجسم Percentage of body fat.

٥- قياس وزن الجسم Measurement of body Weight.

أولا: قياسات الأطوال: Measurement of Lengths

قياس الطول الكلى - أطوال أجزاء الجسم:

يستخدم لقياس الطول الكلى للجسم جهاز الرستاميتر Restameter ولقياسات أطوال أجزاء الجسم المختلفة يستخدم شريط قياس مقسم بالسنتيمتر أو البوصة، وتجرى القياسات وفقا لما يلى:

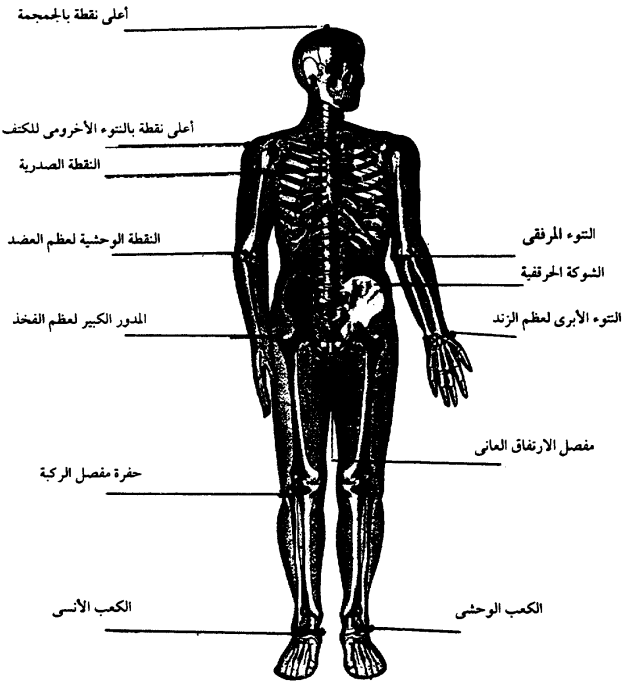
١- قياس الطول الكلى للجسم: Body Height

يستخدم فى ذلك جهاز قياس طول القامة «الرستاميتر» حيث يوضع الجهاز رأسيا على الأرض ويقف الفرد فى وضع معتدل بحيث يستند الظهر على القائم الرأسى للجهاز والذى يكون موازيا لخط منتصف الجسم ويكون وضع الرأس معتدلا، ثم يتحرك المؤشر الأفقى لأسفل حتى يلامس أعلى نقطة بالرأس وتسجل القراءة.

والجدير بالذكر أنه وفقا للعامل الوراثى يمكن التنبؤ بطول الجسم المتوقع للناشئين من اللاعبين الذكور بناء على معرفة طول الجسم للأب والأم ويتم ذلك من خلال المعادلة التالية:

www.hollanduniversity.org

$$\text{الطول المتوقع للناشئ} = \frac{\text{طول الأب} + \text{طول الأم} \times ١,٠٨}{٢}$$



شكل (٤٧)

النقاط التشريحية لجسم الإنسان

www.hollanduniversity.org

أ- قياس طول الجذع Trunk Length:

من وضع الوقوف، يتم القياس من أعلى نقطة للرأس وحتى منتصف أعلى عظم العانة.

ب- قياس طول الذراع: Arm Length

من وضع الوقوف، يتم القياس من القمة الوحشية للنتوء الأخرومى لعظم اللوح وحتى نهاية السلامية الأخيرة للإصبع الوسطى.

جـ - قياس طول العضد: Shoulder - Elbow Length

يقاس طول العضد من القمة الوحشية للنتوء الأخرومى لعظم اللوح وحتى النقطة الوحشية لعظم العضد.

د - قياس طول الساعد: Elbow - Wrist Length

يقاس طول الساعد من النتوء المرفقى لعظم الزند وحتى النتوء الأبرى لنفس العظم.

هـ - قياس طول الكف (اليد) : Hand Length

يقاس طول الكف من النتوء الابرى لعظم الكعبرة وحتى نهاية السلامية الأخيرة للإصبع الوسطى.

و - قياس طول الرجل: Leg Length

يقف المختبر والقدمان متباعدتان قليلا، ثم يتم حساب طول الرجل عن طريق أخذ متوسط القياسين التاليين:

- **القياس الأول:** يتم من الشوكة الحرقفية العليا للعظم اللاسم له وحتى الكعب الوحشى لعظم القصبة.
- **القياس الثانى:** يتم من مفصل الارتفاق العانى وحتى الكعب الانسى لعظم القصبة أيضا.

ز - قياس طول الفخذ: Thigh Length

يقاس طول الفخذ من المدور الكبير لعظم الفخذ وحتى شق مفصل الركبة من الجهة الوحشية.

www.hollanduniversity.org

ح - قياس طول الساق: Tibial Length

يقاس طـول الساق من شق مـفصل الركـبة من الجـهة الوحشـية وحـتى الكعب الوحشى لعظم الشظية.

ط - قياس طول القدم: Foot Length

يستـخدم برجل الأعراض، وذلك لوضع أحد أرجل البـرجل عند طرف الأصبع الكبير للقدم، والطرف الأخر عند أبرز نقطة من عظم العقب، تسجل القراءة.

ثانيا: قياس وزن الجسم Measurement of Body Weight

يستخدم الميزان الطبى لقياس وزن الجسم لأقرب نصف كيلوجرام، ويؤخذ القياس بعد وقـوف الشخص على منتـصف قاعدة الميـزان. ويفضل أن يكون ذلك فى الصـباح الباكر وبعـد دخول الحمام لتفريغ المثـانة والأمعاء، ويكون الشخص مرتديا لبـاس البحر فقط، وتراعى نفس الشروط عند إعادة القياس على أن يستخدم نفس الميزان.

ثالثا: قياسات المحيطات Measurement of Circumferences

(أ) قياس محيط الصدر Chest Circumference

يمكن أن تؤخذ القياسات لمحيط الصدر فى وضعين هما:

- محيط الصدر عند أخذ أقصى شهيق.
- محيط الصدر عند إخراج أقصى زفير.

فمن وضع الوقوف يرفع الشخص الذى يجرى عليه القياس ذراعيه جانبا ويوضع شريط القياس على جسمـه بحيث يمر من الخلف أسفل الزاوية السفلى لعظمى اللوح. ومن الأمام أسـفل شدقى الحلمتـين، وبعد وضع شريط القـياس، يسقط المجـرى عليه القياس الذراعين لأسفل فى الوضع العادى أو مع استخدام أقصى شهيق أو زفير.

(ب) قياس محيط العضد منبسط

Measurement of Biceps Extention Circumference

يؤخذ القيـاس والذراع ممتدة وموازية للأرض فى منتصف العـضلة العضدية ذات الرأسين لأقصى محيط، وقد يؤخذ هذا القياس من الوضع التشريحى العادى للذراع.

www.hollanduniversity.org

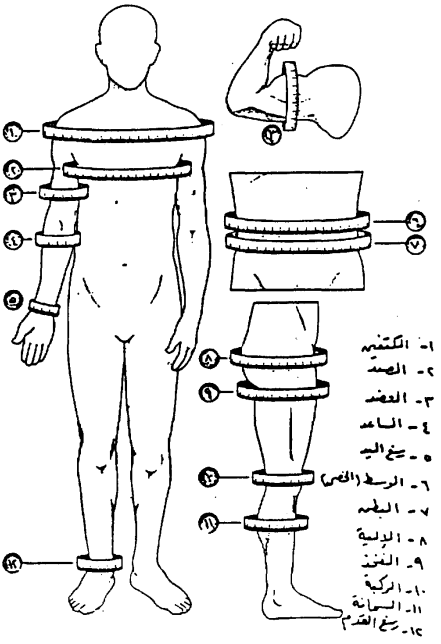
(ج) قياس محيط العضد منقبض

Measurement of Biceps Flection Circumference

يتم القياس والذراع منثنى ومع قبض العضلة ذات الرأسين العضدية، ويؤخذ القياس من منتصف العضد لأقصى محيط.

(د) قياس محيط الساعد Forearm Circumfrence

يؤخذ بوضع شريط القياس حول أكبر محيط للساعد، ويشترط أن يكون الذراع فى الوضع الممتد.



شكل (٤٨)

قياس محيطات أجزاء الجسم

www.hollanduniversity.org

(هـ) محيط البطن Abdomen Circumference

وفيه يتم قياس أصغر محيط للبطن فوق السرة بمقدار ٢-٣سم.

(و) محيط الفخذ Thigh Circumference

يقف المختبر والقدمان متباعدتان والمسافة بين القدمين مساوية لعرض الكتفين تقريبا، ويلف شريط القياس حول الفخذ بحيث يكون أفقيا ويمر من الخلف أسفل طية الإلية مباشرة، ويراعى عدم توتر عضلات الفخذ.

(ز) محيط الساق Calf Circumference

يقف المختبر كما فى القياس السابق، ثم يلف شريط القياس حول السمانة وفى أقصى محيط للساق.

رابعا: قياس العروض (الاتساعات) Measurement of Widthes

يستخدم جهاز برجل الأعراض أو جهاز الأنثروبومتر فى قياس أعراض أجزاء الجسم وفقا لما يلى:

١- عرض الكتفين Shoulders Width

توضع نهايتا أرجل برجل الأعراض على القمة الوحشية للنتوء الأخرومى لعظم اللوح لكلا جانبى الكتف وتسجل القراءة.

٢- عرض الصدر Chest`s Width

يؤخذ القياس من وضع الوقوف مع تباعد الذراعين قليلا عن الجسم ويتم حساب المسافة العرضية من مستوى الضلع الخامس والسادس.

٣- عرض الحوض Bi-iliac Width

توضع نهايتا أرجل برجل الأعراض على أكبر نقطتين مستقدمتين أماما من الجانب (الشوكتين الحرقفيتين) وتسجل القراءة.

www.hollanduniversity.org

٤- عرض رسغ القدم Ankle Width

يتم القياس من وضع الوقوف، حيث تؤخذ المسافة بين النتوئين البارزين لرسغ القدم.

٥- عرض الركبة Knee Width

يتم قياس أبعد مسافة عرضية لعظم الركبة فى وضع تكون فيه الركبة مثنية بزاوية ٩٠ درجة.

٦- عرض المرفق Elbow Width

يتم قياس المسافة بين بروزى مؤخرة عظم العضد أسفل المرفق ومن وضع ثنى مفصل المرفق.

٧- عرض رسغ اليد Wrist Width

يتم قياس المسافة بين نهايتى عظم الكعبرة والزند.

إجراءات تقدير وزن الكتلة العضلية للجسم: MMW

يمكن تقدير وزن الكتلة العضلية للجسم من خلال النتائج التى يمكن الحصول عليها من قياسات محيطات أجزاء الجسم السابق شرحها، ويستخدم فى ذلك تحديدا قياسات محيطات الأطراف، وهى أربعة قياسات تؤخذ فى وضع الانبساط (الارتخاء):

١ ـ محيط العضد Biceps Circumference.

٢ ـ محيط الساعد Forearm Circumference.

٣ ـ محيط الفخذ Thigh Circumference.

٤ ـ محيط الساق Calf Circumference.

حيث يتم حساب متوسط محيطات الأطراف من خلال المعادلة التالية:

$$\text{متوسط محيط الأطراف} = \frac{\text{محيط العضد} + \text{محيط الساعد} + \text{محيط الفخذ} + \text{محيط الساق}}{٢ \times ٤ \times ٣,١٤}$$

www.hollanduniversity.org

يلى ذلك حساب وزن الكتلة العضلية للجسم من خلال المعادلة التالية:

وزن الكتلة العضلية MMW بالكيلوجرامات
= [الطول (سم) × (متوسط محيط الأطراف)^{٢} × ٦,٥]

إجراءات تقدير وزن الهيكل العظمى: Estemated of Skeletal

يمكن تقدير وزن الهيكل العظمى من جراء قياسات أعراض العظام الأربع التالية: (عرض المرفق Elbow - عرض رسغ اليد Wrist - عرض الركبة Knee - عرض رسغ القدم Ankle).

حيث يتم جمع قياسات أعراض العظام الأربع ثم قسمتها على ٤ ليؤخذ المتوسط، ثم يضرب الناتج فى نفسه لينتج (متوسط عرض العظام الأربع)^{٢}، ثم تستخدم المعادلة التالية فى حساب وزن الهيكل العظمى:

$$\text{وزن الهيكل العظمى} = \frac{\text{طول الجسم} + (\text{متوسط عرض العظام الأربع})^{٢} \times ١,٢}{١٠٠}$$

خامسا: قياسات سمك ثنايا الجلد Skin fold **وتقدير نسبة الدهون:**

من أكثر الطرق استخداما لتقدير نسبة الدهن بالجسم هى طريقة قياس سمك الثنايا الجلدية، وفيها يستخدم مقياس سمك الثنايا الجلدية شكل (٥٠) حيث يمسك الجهاز باليد اليمنى وتمسك منطقة القياس باليد اليسرى، ويتم القبض على ثنية الجلد بواسطة إصبع الإبهام والأصابع الأربعة الأخرى ثم تجذب منطقة القياس للخارج، ويفتح الجهاز فتحة تكفى لاستيعاب هاتين الطبقتين كاملتين، ويوضع على جانبى الأصابع الممسكة بالجلد، تحبس منطقة القياس بواسطة طرفى الجهاز الذى يعبر مؤشره مباشرة عن سمك طبقتين من الجلد فى المنطقة المقاسة، وغالبا ما تمسك مناطق القياس فى مستوى رأسى ويمسك المقياس أفقيا، إلا أنه يتم تغيير المستوى عندما تتطلب ثنية الجلد الطبيعية ذلك.

www.hollanduniversity.org

مناطق الجسم الأكثر استخدما فى قياسات سمك ثنايا الجلد والدهن:

هناك العديد من مناطق الجسم تستخدم فى قياس سمك الثنايا الجلدية لتقدير نسبة الدهن بالجسم، ومن أبرز هذه المناطق ما يلى:

١ - سمك ثنايا الجلد فى منطقة العضلة ذات الرؤوس الثلاثة Triceps

تؤخذ ثنية أفقية «Horizontal» فى الجلد فوق العضلة ذات الرؤوس الثلاثة فى منتصف المسافة بين النتوء المرفقى (Olecranon Process) والنتوء الأخرومى (Acromion) عندما يكون مفصل المرفق ممتدا.

٢- سمك ثنايا الجلد فى منطقة الصدر Chest

تؤخذ ثنية مائلة (Diagonal Fold) فى منتصف الخط الوهمى بين الإبط وحلمة الصدر بالنسبة للرجال ويكون أقرب إلى الإبط (ثلث المسافة) للنساء.

٣- سمك طية الجلد فى منطقة ما تحت عظم لوح الكتف Subscapular

تؤخذ ثنية مائلة (Diagonal) تحت الزاوية السفلى لعظم لوح الكتف باتجاه العمود الفقرى.

٤- سمك طية الجلد فى منطقة البطن Abdominal

تؤخذ ثنية أفقية (Horizontal) على جانب السرة (حوالى ٢سم).

٥- سمك طية الجلد فى منطقة الفخذ Thigh

تؤخذ ثنية أفقية (Horizontal) فى الجهة الأمامية وفى منتصف المسافة بين مفصل الركبة ومفصل الورك.

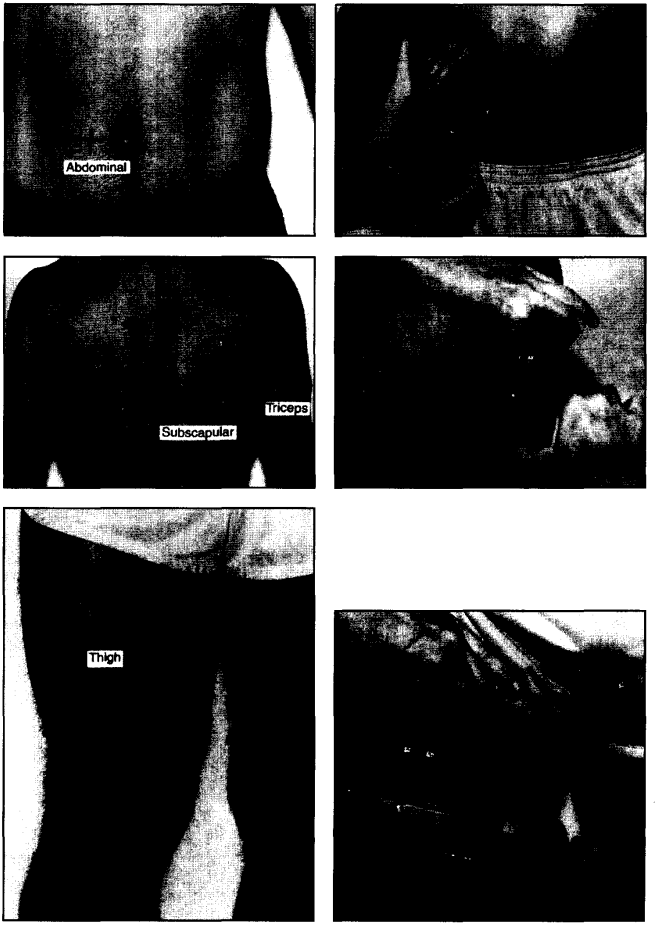
٦- سمك طية الجلد فوق العظم الحرقفى Suprailiac

تؤخذ ثنية مائلة (Diagonal) فوق عظم الحرقفة مباشرة.

٧- سمك طية الجلد فى منطقة الساق Calf

تؤخذ ثنية أفقية (Horizontal) فى الجهة الإنسية عند أكبر محيط للساق.

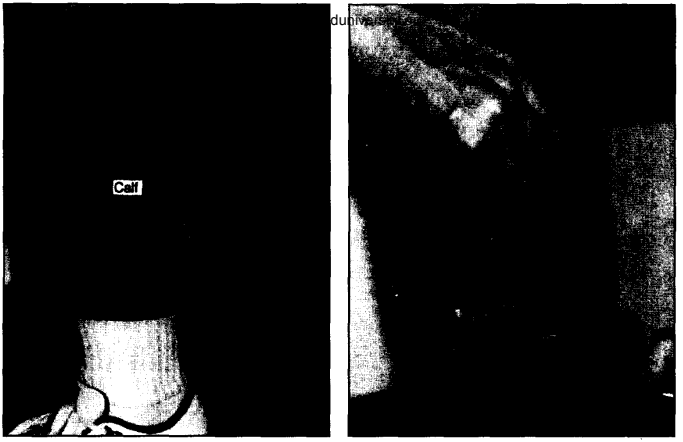
www.hollanduniversity.org



شكل (٥٠)

يوضح طرق قياس سمك ثنايا الجلد من مناطق (البطن - خلف العضد - الفخذ)

نقلا عن: «هيوارد» Heyward, 1998



شكل (٥٢)

استخدام جهاز Skinfold فى قياس سمك ثنايا الجلد والدهن (العضلة التوأمية للساق Calf

Skinfold قبضة طية الجلد رأسيا واستخدام الجهاز فى الوضع الأفقى

شكل (٥٣)

المؤلف أثناءتقديره نسبة الدهن ومكونات التركيب الجسمى لمجموعة من الأطفال البدناء

باستخدام جهاز Body Composition Analyzer (BCA) فى بعض العينات البحثية

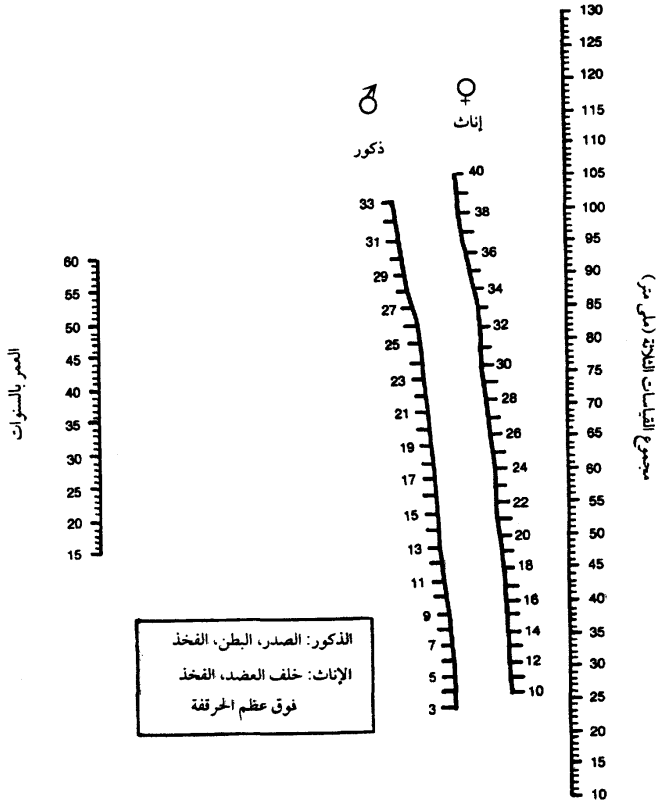
www.hollanduniversity.org

نموذج لاستخدام طريقة الجداول فى تقدير نسبة الدهن بالجسم

فى هذه الطريقة يتم أخذ ثلاث قياسات هى للذكور (الصدر Chist، والبطن Abdomen، والفخذ Thigh) وبالنسبة للإناث هى: (خلف العضد Triceps، والفخذ Thigh، وفوق عظم الحرقفة Suprailium)، ويتم جمع مقدار القياسات الثلاث ويكشف عنها فى الجداول الخاصة بذلك والمحددة للذكور جدول (٣٧) والإناث جدول (٣٨) بحيث يلاحظ الرقم الدال على مجموع هذه القياسات فى خانة البيانات الرأسية لمدى قياسات سمك ثنايا الجلد والدهن وما يقابل ذلك المدى من رقم على المستوى الأفقى للمراحل العمرية المختلفة ونقطة التقاء الرقم الرأسى بما يقابله من رقم أفقى هى المعبرة عن تقدير النسبة المئوية للدهن.

ويمكن استخدام طريقة المخطط البيانى (النوموجرام) كما هو موضح بالشكل (٤٨) فى تقدير النسبة المئوية لدهن من خلال توصيل خط بين القائم الرأسى الأيسر الدال على عمر الشخص وبين القائم الرأسى الأيمن الذى يدل على مجموع الثلاث قياسات المأخوذة لسمك ثنايا الجلد والدهن، وتلاحظ القراءة الموجودة عند نقطة التقاء هذا الخط بأحد الخطين اللذين يتوسطان النوموجرام، فتكون القراءة هى ما يدل على النسبة المئوية للدهن لدى الذكور Males (الخط الأيسر) أو الإناث Females (الخط الأيمن) كما هو موضح بالرسم.

www.hollanduniversity.org



شكل (٥١)

مخطط بياني Nomogram لتقدير نسبة الشحوم بالجسم
من مجموع ثلاثة قياسات لسمك ثنايا الجلد

نقلا عن: Sharkey, 1986, p. 123

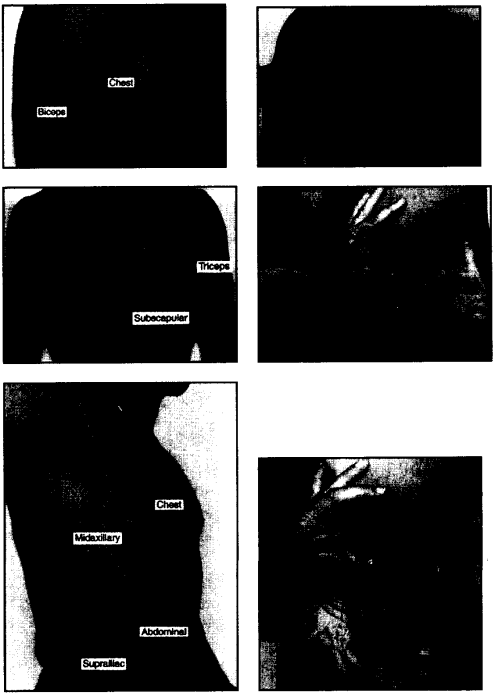
www.hollanduniversity.org

ولتقدير نسبة الدهن بالجسم باستخدام قياسات سمك الثنايا الجلدية، يتم أخذ عدة قياسات من مناطق مختلفة بالجسم، ويستخدم فى ذلك عادة ثلاث طرق لتقدير واستخلاص النتائج هما:

١- طريقة الجداول Tables Method.

٢- طريقة المخطط البيانى (النوموجرام) The Nomogram.

٣- طريقة المعادلات Equations.



شكل (٤٩)

يوضح بعض مناطق وطرق قياس سمك ثنايا الجلد والدهن (الصدر - أسفل عظم اللوح - فوق العظم الحرقفى) عن «هيوارد» Heyward, 1998

www.hollanduniversity.org

جدول (٣٧)

تقدير النسبة المئوية للدهن من ثلاث قياسات (رجال)

Percent Fat Estimates for Three Sites-Men

مجموع ثلاث قياسات	المرحلة العمرية							
	١٨-٢٢	٢٣-٢٧	٢٨-٣٢	٣٣-٣٧	٣٨-٤٢	٤٣-٤٧	٤٨-٥٢	٥٣-٥٧	٥٨≤
٨-١٢	١,٨	٢,٦	٣,٤	٤,٢	٤,٩	٥,٧	٦,٥	٧,٣	٨,١
١٣-١٧	٣,٦	٤,٤	٥,٢	٦,٠	٦,٨	٧,٦	٨,٤	٩,١	٩,٩
١٨-٢٢	٥,٤	٦,٢	٧,٠	٧,٨	٨,٦	٩,٣	١٠,١	١٠,٩	١١,٧
٢٣-٢٧	٧,١	٧,٩	٨,٧	٩,٥	١٠,٣	١١,١	١١,٩	١٢,٦	١٣,٤
٢٨-٣٢	٨,٨	٩,٦	١٠,٤	١١,٢	١٢,٠	١٢,٨	١٣,٥	١٤,٣	١٥,١
٣٣-٣٧	١٠,٤	١١,٢	١٢,٠	١٢,٨	١٣,٦	١٤,٤	١٥,٢	١٥,٩	١٦,٧
٣٨-٤٢	١٢,٠	١٢,٨	١٣,٦	١٤,٤	١٥,٢	١٥,٩	١٦,٧	١٧,٥	١٨,٣
٤٣-٤٧	١٣,٥	١٤,٣	١٥,١	١٥,٩	١٦,٧	١٧,٥	١٨,٣	١٩,٠	١٩,٨
٤٨-٥٢	١٥,٠	١٥,٨	١٦,٦	١٧,٤	١٨,١	١٨,٩	١٩,٧	٢٠,٥	٢١,٣
٥٣-٥٧	١٦,٤	١٧,٢	١٨,٠	١٨,٨	١٩,٦	٢٠,٣	٢١,١	٢١,٩	٢٢,٧
٥٨-٦٢	١٧,٨	١٨,٥	١٩,٣	٢٠,١	٢٠,٩	٢١,٧	٢٢,٥	٢٣,٣	٢٤,١
٦٣-٦٧	١٩,١	١٩,٩	٢٠,٦	٢١,٤	٢٢,٢	٢٣,٠	٢٣,٨	٢٤,٦	٢٥,٤
٦٨-٧٢	٢٠,٣	٢١,١	٢١,٩	٢٢,٧	٢٣,٥	٢٤,٣	٢٥,١	٢٥,٨	٢٦,٦
٧٣-٧٧	٢١,٥	٢٢,٣	٢٣,١	٢٣,٩	٢٤,٧	٢٥,٥	٢٦,٣	٢٧,٠	٢٧,٨
٧٨-٨٢	٢٢,٧	٢٣,٥	٢٤,٣	٢٥,٠	٢٥,٨	٢٦,٦	٢٧,٤	٢٨,٢	٢٩,٠
٨٣-٨٧	٢٣,٨	٢٤,٦	٢٥,٣	٢٦,١	٢٦,٩	٢٧,٧	٢٨,٥	٢٩,٣	٣٠,١
٨٨-٩٢	٢٤,٨	٢٥,٦	٢٦,٤	٢٧,٢	٢٨,٠	٢٨,٨	٢٩,٦	٣٠,٣	٣١,١
٩٣-٩٧	٢٥,٨	٢٦,٦	٢٧,٤	٢٨,٢	٢٩,٠	٢٩,٨	٣٠,٥	٣١,٣	٣٢,١
٩٨-١٠٢	٢٦,٧	٢٧,٥	٢٨,٣	٢٩,١	٢٩,٩	٣٠,٧	٣١,٥	٣٢,٣	٣٣,١
١٠٣-١٠٧	٢٧,٦	٢٨,٤	٢٩,٣	٣٠,٠	٣٠,٨	٣١,٦	٣٢,٤	٣٣,٢	٣٣,٩
١٠٨-١١٢	٢٨,٥	٢٩,٣	٣٠,١	٣٠,٨	٣١,٦	٣٢,٤	٣٣,٢	٣٤,٠	٣٤,٨
١١٣-١١٧	٢٩,٣	٣٠,٠	٣٠,٨	٣١,٦	٣٢,٤	٣٣,٢	٣٤,٠	٣٤,٨	٣٥,٦
١١٨-١٢٢	٣٠,٠	٣٠,٨	٣١,٦	٣٢,٤	٣٣,١	٣٣,٩	٣٤,٧	٣٥,٥	٣٦,٣
١٢٣-١٢٧	٣٠,٧	٣١,٥	٣٢,٢	٣٣,٠	٣٣,٨	٣٤,٦	٣٥,٤	٣٦,٢	٣٧,٠
١٢٨-١٣٢	٣١,٣	٣٢,١	٣٢,٩	٣٣,٧	٣٤,٤	٣٥,٢	٣٦,٠	٣٦,٨	٣٧,٦
١٣٣-١٣٧	٣١,٩	٣٢,٧	٣٣,٤	٣٤,٢	٣٥,٠	٣٥,٨	٣٦,٦	٣٧,٤	٣٨,٢
١٣٨-١٤٢	٣٢,٤	٣٣,٢	٣٤,٠	٣٤,٨	٣٥,٥	٣٦,٣	٣٧,١	٣٧,٩	٣٨,٧
١٤٣-١٤٧	٣,٩	٣٣,٦	٣٤,٤	٣٥,٢	٣٦,٠	٣٦,٨	٣٧,٦	٣٨,٤	٣٩,٢
١٤٨-١٥٢	٣٣,٣	٣٤,١	٣٤,٨	٣٥,٦	٣٦,٤	٣٧,٢	٣٨,٠	٣٨,٨	٣٩,٦
١٥٣-١٥٧	٣٣,٦	٣٤,٤	٣٥,٢	٣٦,٠	٣٦,٨	٣٧,٦	٣٨,٤	٣٩,٢	٣٩,٩
١٥٨-١٦٢	٣٣,٩	٣٤,٧	٣٥,٥	٣٦,٣	٣٧,١	٣٧,٩	٣٨,٧	٣٩,٥	٤٠,٣
١٦٣-١٦٧	٣٤,٢	٣٥,٠	٣٥,٨	٣٦,٦	٣٧,٤	٣٨,١	٣٨,٩	٣٩,٧	٤٠,٥
١٦٨-١١٧٢	٣٤,٤	٣٥,٢	٣٦,٠	٣٦,٨	٣٧,٦	٣٨,٤	٣٩,١	٣٩,٩	٤٠,٧
١٧٣-١٧٧	٣٤,٦	٣٥,٣	٣٦,١	٣٦,٩	٣٧,٧	٣٨,٥	٣٩,٠	٤٠,١	٤٠,٩
١٧٨-١٨٢	٣٤,٧	٣٥,٤	٣٦,٢	٣٧,٠	٣٧,٨	٣٨,٦	٣٩,٤	٤٠,٢	٤١,٠

www.hollanduniversity.org

جدول (٣٨)

تقدير النسبة المئوية للدهن من ثلاث قياسات (سيدات)

Percent Fat Estimates for Three Sites-Women

مجموع ثلاث قياسات	المرحلة العمرية							
	١٨-٢٢	٢٣-٢٧	٢٨-٣٢	٣٣-٣٧	٣٨-٤٢	٤٣-٤٧	٤٨-٥٢	٥٣-٥٧	٥٨≤
٨-١٢	٨,٨	٩,٠	٩,٢	٩,٤	٩,٥	٩,٧	٩,٩	١٠,١	١٠,٣
١٣-١٧	١٠,٨	١٠,٩	١١,١	١١,٣	١١,٥	١١,٧	١١,٨	١٢,	١٢,٢
١٨-٢٢	١٢,٦	١٢,٨	١٣,	١٣,٢	١٣,٤	١٣,٥	١٣,٧	١٣,٩	١٤,١
٢٣-٢٧	١٤,٥	١٤,٦	١٤,٨	١٥,	١٥,٢	١٥,٤	١٥,٦	١٥,٧	١٥,٩
٢٨-٣٢	١٦,٢	١٦,٤	١٦,٦	١٦,٨	١٧,	١٧,١	١٧,٣	١٧,٥	١٧,٧
٣٣-٣٧	١٧,٩	١٨,١	١٨,٣	١٨,٥	١٨,٧	١٨,٩	١٩,	١٩,٢	١٩,٤
٣٨-٤٢	١٩,٦	١٩,٨	٢٠,	٢٠,٢	٢٠,٣	٢٠,٥	٢٠,٧	٢٠,٩	٢١,١
٤٣-٤٧	٢١,٢	٢١,٤	٢١,٦	٢١,٨	٢١,٩	٢٢,١	٢٢,٣	٢٢,٥	٢٢,٧
٤٨-٥٢	٢٢,٨	٢٢,٩	٢٣,١	٢٣,٣	٢٣,٥	٢٣,٧	٢٣,٨	٢٤,	٢٤,٢
٥٣-٥٧	٢٤,٢	٢٤,٤	٢٤,٦	٢٤,٨	٢٥,	٢٥,٢	٢٥,٣	٢٥,٥	٢٥,٧
٥٨-٦٢	٢٥,٧	٢٥,٩	٢٦,	٢٦,٢	٢٦,٤	٢٦,٦	٢٦,٨	٢٧,	٢٧,١
٦٣-٦٧	٢٧,١	٢٧,٢	٢٧,٤	٢٧,٦	٢٧,٨	٢٨,	٢٨,٢	٢٨,٣	٢٨,٥
٦٨-٧٢	٢٨,٤	٢٨,٦	٢٨,٧	٢٨,٩	٢٩,١	٢٩,٣	٢٩,٥	٢٩,٧	٢٩,٨
٧٣-٧٧	٢٩,٦	٢٩,٨	٣٠,	٣٠,٢	٣٠,٤	٣٠,٦	٣٠,٧	٣٠,٩	٣١,١
٧٨-٨٢	٣٠,٩	٣١,	٣١,٢	٣١,٤	٣١,٦	٣١,٨	٣١,٩	٣٢,١	٣٢,٣
٨٣-٨٧	٣٢,	٣٢,٢	٣٢,٤	٣٢,٦	٣٢,٧	٣٢,٩	٣٣,١	٣٣,٣	٣٣,٥
٨٨-٩٢	٣٣,١	٣٣,٣	٣٣,٥	٣٣,٧	٣٣,٨	٣٤,	٣٤,٢	٣٤,٤	٣٤,٦
٩٣-٩٧	٣٤,١	٣٤,٣	٣٤,٥	٣٤,٧	٣٤,٩	٣٥,١	٣٥,٢	٣٥,٤	٣٥,٦
٩٨-١٠٢	٣٥,١	٣٥,٣	٣٥,٥	٣٥,٧	٣٥,٩	٣٦,٠	٣٦,٢	٣٦,٤	٣٦,٦
١٠٣-١٠٧	٣٦,١	٣٦,٢	٣٦,٤	٣٦,٦	٣٦,٨	٣٧,	٣٧,٢	٣٧,٣	٣٧,٥
١٠٨-١١٢	٣٦,٩	٣٧,١	٣٧,٣	٣٧,٥	٣٧,٧	٣٧,٩	٣٨,	٣٨,٢	٣٨,٤
١١٣-١١٧	٣٧,٨	٣٧,٩	٣٨,١	٣٨,٣	٣٨,٥	٣٨,٧	٣٨,٨	٣٩,٠	٣٩,٥
١١٨-١٢٢	٣٨,٥	٣٨,٧	٣٨,٩	٣٩,١	٣٩,٤	٣٩,٦	٣٩,٨	٤٠,	٤٠,٢
١٢٣-١٢٧	٣٩,٢	٣٩,٤	٣٩,٦	٣٩,٨	٤٠,	٤٠,١	٤٠,٣	٤٠,٥	٤٠,٧
١٢٨-١٣٢	٣٩,٩	٤٠,١	٤٠,٢	٤٠,٤	٤٠,٦	٤٠,٨	٤١,	٤١,٢	٤١,٣
١٣٣-١٣٧	٤٠,٥	٤٠,٧	٤٠,٨	٤١,	٤١,٢	٤١,٤	٤١,٦	٤١,٧	٤١,٩
١٣٨-١٤٢	٤١,	٤١,٢	٤١,٤	٤١,٦	٤١,٧	٤١,٩	٤٢,١	٤٢,٣	٤٢,٥
١٤٣-١٤٧	٤١,٥	٤١,٧	٤١,٩	٤٢,	٤٢,٢	٤٢,٤	٤٢,٦	٤٢,٨	٤٣,
١٤٨-١٥٢	٤١,٩	٤٢,١	٤٢,٣	٤٢,٥	٤٢,٦	٤٢,٨	٤٣,	٤٣,٢	٤٣,٤
١٥٣-١٥٧	٤٢,٣	٤٢,٥	٤٢,٦	٤٢,٨	٤٣,	٤٣,٢	٤٣,٤	٤٣,٦	٤٣,٧
١٥٨-١٦٢	٤٢,٦	٤٢,٨	٤٣,	٤٣,١	٤٣,٣	٤٣,٥	٤٣,٧	٤٣,٩	٤٤,١
١٦٣-١٦٧	٤٢,٩	٤٣,	٤٣,٢	٤٣,٤	٤٣,٦	٤٣,٨	٤٤,	٤٤,١	٤٤,٣
١٦٨-١١٧٢	٤٣,١	٤٣,٢	٤٣,٤	٤٣,٦	٤٣,٨	٤٤,	٤٤,٢	٤٤,٣	٤٤,٥
١٧٣-١٧٧	٤٣,٢	٤٣,٤	٤٣,٦	٤٣,٨	٤٣,٩	٤٤,١	٤٤,٣	٤٤,٥	٤٤,٧
١٧٨-١٨٢	٤٣,٣	٤٣,٥	٤٣,٧	٤٣,٨	٤٤,	٤٤,٢	٤٤,٤	٤٤,٦	٤٤,٨

www.hollanduniversity.org

مثال:

إذا كان مجموع قياسات سمك ثنايا الجلد (ثلاث مناطق) لأحد اللاعبين (ذكور) ٣٠ مم، وكان عمر اللاعب ٢٥ سنة، فما هو مقدار النسبة المئوية للدهن لديه؟

الحل:

حيث إن مجموع قياسات هذا اللاعب تقع فى المدى ٢٨ - ٣٢ فى العمود الرأسى للجدول، وبملاحظة ذلك الرقم أفقيا وأسفل المرحلة العمرية التى يقع هذا اللاعب ضمنها وهى المرحلة من ٢٣-٢٧ سنة، فإن الرقم الذى يقابل ذلك هو النسبة المئوية التى مقدارها ٩,٦٪ .

تم بحمد الله

* * *

www.hollanduniversity.org

ثانيا: المراجع الأجنبية:

8 - American College of Sports Medicine (1995): ACSM`S Guidelines For Exercise Testing and Prescription Baltimore, Williams & Wilkins.

9 - Baltaci, A.K., Mogulkoc R., Kelestimur H. Ozmerdivenli R., Kutlu S. (1997): Determination of Some Respiratory Parameters and hematuria and Proteinuria in Young Boxers Follwing a Match, Spot. Hekimligi, Dorgisi, Turkish Journal of Sports Medicine (Tzmir) 32 (1) Mar, pp 17 - 26.

10 - Bouchard C., Shephard R. J. and Stephens T. (1993): Physical Activity, Fitness, and Health, Human Kinetics Publishers, USA.

11 - Brouns, F. (1993): Nutritional Needs of Athletes, John Wily & Sons Ltd, Baffins Lane, Chichester, England.

12 - Bruess C. and Richardson G. (1992): Decisions for Health, 3ed., WCB, Wm. C. Brown Publishers USA.

13 - Corbin C.B. and Lindsey R. (1999): Fitness and Wellness, Vol.2 Mc Graw Hill Co. Inc. Boston, Massachustts Burr Ridge, Illinios Dubugue, Iowa Madison, Wisconsin, New York, San Francisco, California St. Louis,Wissouri.

14 - De Vries H.A. (1986): Physiology of Exercise, 4th ed. Wm. C.Brown Publishers. All Right Reserved, USA.

15 - Fox E. L., and Mathews D.K. (1981): The Physiological Basis of Physical Education and Athletics, 2rd ed. W.B. Sunders Co. Philadelphia. London. Toronto.

16 - Ganong, W.F. (1995): Review of Medical Physiology, International Ed. 17enth, Appleton & Lang, A Simon & Schuster Co. Asia Pte. Ltd. Singapore.

www.hollanduniversity.org

17 - Golding L.A., Myers C.R. and Sinning W.E. (1989): Y`S Way to Physical Fitness, Human Kinetics Publishers, Inc. YMCA of The USA.

18 - Heyward, V.H. (1998): Advanced Fitness Assessment Exercise Prescription, 3rd. Ed., Human Kinetics, USA..

19 - Internationa Dance - Exercise Association (IDEA) Foundation (1987): Aerobic Dance - Exercise Instruction Manual. USA.

20 - International Olymbic Committee (1992): Strength and Power in Sport, Blackwell Science Ltd, Oxford, London.

21 - Lamb D.R. (1984): Physiology of Exercise, Responses and Adaptations, 2nd ed. Macmillan Publishing Co. USA.

22 - Mader S.A. (2001): Understanding Human Anatomy and Physiology, 4th ed. Mc Graw Hill, Boston Burr Ridge, Il Dubuque, IA Madison, WI New York San Francisvo St. Louis.

23 - Maud. P.J. and Foster, C. (1995): Physiological Assessment of Human Fitness, Human Kinetics, USA.

24 - Mc Ardle, W.D., Katch F.I. and Katch V.L. (1996): Exercise Physiology, Energy, Nutrition, and Human Performance,Lea & Febiger, Philadelphia.

25 - Mc Ardle, W.D., Katch F.I. and Katch V.L (1984): Exercise Physıology, Energy, Nutriton, and Human Performance, 2nd ed., Philadelphia.

26 - Noble B.J. (1986): Physiology of Exercise and Sport, Times Mirror, Mosby College Publishing Co. USA.

27 - Powers S.K. and Howley E.T. (2001): Exercise Physiology, Theory and Application to Fitness and Performance, 4th ed., WCB Mc Graw - Hill Co.

28 - Prentice, W.E. (1997): Fitness for College and Life, 5th.Ed, Mosby - Year, Inc, USA.

www.hollanduniversity.org

29 - Rhoades R. and Pflanzer R. (1996): Human Physiology, 3rd ed. Saunders College Publishing, Fort Worth Philadelphia, San Diego, New York, Orlando, Austin, San Antonio, Toronto, Monntreal, London, Sydney, Tokyo.

30 - Robbins G., Powers D., Burgess S. (1999): A Wellness Way of Life, 4th ed, Mc Grow - Hill Co., Inc.

31 - Robergs R.A. and Roberts S.O. (2000): Exercise Physiology for Fitness, Performance, and Health, Mc Graw - Hill Co.

32 - Robergs, R.A. and Roberts, S.O. (1997): Exercise Physiology, Exercise, Performance and Clinical Applications, Mosby - Year Book, Inc. USA.

33 - Safrit, M.J. and Wood, T.M. (1995): Introduction to Measurement in Physical Education and Exercise Science, 3rd. Ed, Mosby Year Book, Inc. USA.

34 - Sharkey, B.J. (1986): Coaches Guide to Sport Physiology, Human Kinetics Publishers, INC, Champaign, Illinois, USA.

35 - Shaver L.G. (1981): Essentials of Exercise Physiology, Burgess Publishing Company, USA.

36 - Tortora G.J. (2000): Principles of Anatomy and Physiology, 9eth ed. John Wiley & Sons, INC, New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto.

37 - Wilmore, J.H. (1982): Training for Sport and Activity, The Physiologival Basis of The Conditioning Process, 2nd ed. Allyn and Bacon, INC, Boston, London, Sydney, Toronto.

38 - Yaman H., Senturk U., Ozer M.K. (1998): The Effect of Exercise on Urinary Protein Excretion in Cross-Contry Runnery, Journal of Sport - Hekimligi - dergisi Turkis - Journal of Sports Medicine (Izmir) 33 (2), pp 77 - 86.

www.hollanduniversity.org

ثانيا: المراجع الأجنبية:

8 - American College of Sports Medicine (1995): ACSM`S Guidelines For Exercise Testing and Prescription Baltimore, Williams & Wilkins.

9 - Baltaci, A.K., Mogulkoc R., Kelestimur H. Ozmerdivenli R., Kutlu S. (1997): Determination of Some Respiratory Parameters and hematuria and Proteinuria in Young Boxers Follwing a Match, Spot. Hekimligi, Dorgisi, Turkish Journal of Sports Medicine (Tzmir) 32 (1) Mar, pp 17 - 26.

10 - Bouchard C., Shephard R. J. and Stephens T. (1993): Physical Activity, Fitness, and Health, Human Kinetics Publishers, USA.

11 - Brouns, F. (1993): Nutritional Needs of Athletes, John Wily & Sons Ltd, Baffins Lane, Chichester, England.

12 - Bruess C. and Richardson G. (1992): Decisions for Health, 3ed., WCB, Wm. C. Brown Publishers USA.

13 - Corbin C.B. and Lindsey R. (1999): Fitness and Wellness, Vol.2 Mc Graw Hill Co. Inc. Boston, Massachustts Burr Ridge, Illinios Dubugue, Iowa Madison, Wisconsin, New York, San Francisco, California St. Louis,Wissouri.

14 - De Vries H.A. (1986): Physiology of Exercise, 4th ed. Wm. C.Brown Publishers. All Right Reserved, USA.

15 - Fox E. L., and Mathews D.K. (1981): The Physiological Basis of Physical Education and Athletics, 2rd ed. W.B. Sunders Co. Philadelphia. London. Toronto.

16 - Ganong, W.F. (1995): Review of Medical Physiology, International Ed. 17enth, Appleton & Lang, A Simon & Schuster Co. Asia Pte. Ltd. Singapore.

www.hollanduniversity.org

29 - Rhoades R. and Pflanzer R. (1996): Human Physiology, 3rd ed. Saunders College Publishing, Fort Worth Philadelphia, San Diego, New York, Orlando, Austin, San Antonio, Toronto, Monntreal, London, Sydney, Tokyo.

30 - Robbins G., Powers D., Burgess S. (1999): A Wellness Way of Life, 4th ed, Mc Grow - Hill Co., Inc.

31 - Robergs R.A. and Roberts S.O. (2000): Exercise Physiology for Fitness, Performance, and Health, Mc Graw - Hill Co.

32 - Robergs, R.A. and Roberts, S.O. (1997): Exercise Physiology, Exercise, Performance and Clinical Applications, Mosby - Year Book, Inc. USA.

33 - Safrit, M.J. and Wood, T.M. (1995): Introduction to Measurement in Physical Education and Exercise Science, 3rd. Ed, Mosby Year Book, Inc. USA.

34 - Sharkey, B.J. (1986): Coaches Guide to Sport Physiology, Human Kinetics Publishers, INC, Champaign, Illinois, USA.

35 - Shaver L.G. (1981): Essentials of Exercise Physiology, Burgess Publishing Company, USA.

36 - Tortora G.J. (2000): Principles of Anatomy and Physiology, 9eth ed. John Wiley & Sons, INC, New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto.

37 - Wilmore, J.H. (1982): Training for Sport and Activity, The Physiologival Basis of The Conditioning Process, 2nd ed. Allyn and Bacon, INC, Boston, London, Sydney, Toronto.

38 - Yaman H., Senturk U., Ozer M.K. (1998): The Effect of Exercise on Urinary Protein Excretion in Cross-Contry Runnery, Journal of Sport - Hekimligi - dergisi Turkis - Journal of Sports Medicine (Izmir) 33 (2), pp 77 - 86.