الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة تيسمسيلت
معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية
نيابة مديرية ما بعد التدرج ،البحث العلمي
الرقم: ..121../ن.م.م ب.ت.ب ع/2025

مستخرج من محضر المجلس العلمي

بناء على محضر اجتماع المجلس العلمي لمعهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية بجامعة تيسمسيلت في دورته العادية الثانية لسنة 2023 ، رقم 02 المؤرخ في 2023/04/27 ، وافق اعضاء المجلس العلمي على اعتماد الحامل البيداغوجي

للدكتور : بارودي محمد أمين

بـــــــ: بمحاضرات بعنوان" فزيولوجيا الجهد " لطلبة السنة اولى ماستر تخصص تدريب رياضي 2023/2022 وذلك بعد الاطلاع على تقارير الخبيرين :

1- الخبير الاول : بن رابح خير الدين الرتبة : أستاذ التعليم العالي جامعة تيسمسيلت

2- الخبير الثاني : هوار عبد اللطيف الرتبة : أستاذ محاضر "أ" جامعة غرداية

تيسمسيلت في :02 /12/ 2025

رئيس المجلس العلمي

رئيس المجلس العلمي
د. ربوح صالح

جامعة تيسمسيلت ★ معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية ★
المجلس العلمي

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة تيسمسيلت
معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية

المجلس العلمي
المكتبة المركزية

محاضرة مقياس فسيولوجية الجهد البدني

- **إعداد الأستاذ:** بارودي محمد أمين
- **الدرجة العلمية:** أستاذ محاضر – أ –
- **الموسم الجامعي:** 2022-2023.
- **المستوى:** السنة الأولى ماستر – تحضير بدني رياضي.
- **السداسي:** الأول

فهرس المحتويات

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
المكتبة المركزية
جامعة تيسمسيلت
جامعة تيسمسيلت
المجلس العلمي
معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية

المحور	المحتوى	الصفحة
	مقدمة	
01	مدخل الى عالم فيسيولوجية الجهد البدني	
02	ألية التقلص العضلي	
03	الأنظمة الطاقوية والجهد البدني	
04	فسيولوجية الجهاز القلبيي أثناء الجهد البدني	
05	فسيولوجية الجهاز التنفسي أثناء الجهد البدني	
06	فسيولوجية الجهاز العصبي أثناء الجهد البدني	
08	فسيولوجية الجهاز الهرمونس أثناء الجهد البدني	
09	التكيفات الوظيفية في الرطوبة أثناء الجهد البدني	
10	التكيفات الوظيفية في الحرارة أثناء الجهد البدني	
11	التكيفات الوظيفية في البرودة أثناء الجهد البدني	
12	التكيفات الوظيفية في المرتفعات أثناء الجهد البدني	
13	الاسترجاع الفسيولوجي بعد الجهد	

معلومات عامة عن المقياس:

عنوان الوحدة: أساسية

المقياس: فيسيولوجية الجهد البدني

نوع الدرس: محاضرة سداسي

المعامل 2: الرصيد4:

المدة الزمنية :13 أسبوع

الحجم الساعي الأسبوعي:1.30

الفئة المستهدفة: السنة الاولى ماستر تحضير بدني.

معلومات عن الأستاذ الجامعة: جامعة تيسمسيلت– المعهد: علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية

الأستاذ: د. بارودي محمد امين الرتبة: أستاذ محاضر قسم "أ"

الاتصال عبر البريد الالكتروني: baroudicoch@gmail.com البريد الالكتروني المهني للأستاذ

baroudi.amine@univ-tissemsilt.dz

المحور الأول: مدخل إلى فسيولوجية الجهد البدني

1. مقدمة

جسم الإنسان هو آلة مذهلة لعدة قرون كان العلماء يدرسون آليات التكيف مع النشاط البدني ويحاولون فهم أداء الجسم أو علم وظائف الأعضاء أثناء النشاط البدني أو ممارسة الرياضة.

فسيولوجيا الرياضة والتمارين البدنية هي تخصص مشتق من كل من علم التشريح وعلم وظائف الأعضاء،

– دراسة علم التشريح لهيكل أو مورفولوجيا أجزاء الجسم والعلاقات التي تربطها ببعضها البعض؛

– يركز علم وظائف الأعضاء على عمل أجزاء الجسم، أي كيف تلعب دورها وتسمح بالحفاظ على الحياة.

جسم الإنسان هو مزيج من المواد الكيميائية، مثل الذرات: الأكثر شيوعا هي الأكسجين والكربون والنيتروجين والهيدروجين. والجزيئات: الكربوهيدرات والدهون والبروتينات والأحماض النووية.

هناك مستويات مختلفة من التنظيم: المستوى الكيميائي، المستوى الخلوي، مستوى الأنسجة، مستوى العضو، مستوى الجهاز أو النظام ومستوى الكائن الحي

كل هذه المستويات تتعاون من أجل رفاهية الكائن الحي بأكمله. (لا يعمل أي من الأنظمة بشكل مستقل تماما)؛ والسماح لها بنشاط التمثيل الغذائي، والقضاء على النفايات، والتكاثر والنمو.

2. الهدف من علم وظائف الأعضاء الرياضية

يدرس فسيولوجيا التمرين استجابات هياكل الجسم ووظائفه أثناء التمرين الحاد أو المتكرر (المزمن)، أي للتدريب يتكون علم وظائف الأعضاء الرياضي بعد ذلك من تطبيق مفاهيم علم وظائف الأعضاء على تدريب الرياضيين، والبحث عن طرق لتحسين أدائهم من خلال دراسة الآليات الفسيولوجية لتكيف الكائن الحي مع التدريب.

3. تاريخ فسيولوجيا الجهد البدني

فسيولوجيا الرياضة هي تخصص جديد نسبيا، على الرغم من دراسة النشاط العضلي في وقت مبكر من عام 1793، ظهر أول منشور مكتوب عن فسيولوجيا التمرين فقط في عام 1889، وهو عمل لفرناند لاجرانج بعنوان "فسيولوجيا التمرين الجسدي"،1923 تاريخ مهم في تاريخ فسيولوجيا التمرين ، عندما أعلن أرشيبالد هيل أن جميع الأعمال البدنية (رياضي، عمال مناجم، بحارة .....) تتطلب معرفة علم وظائف الأعضاء وكذلك تلك المتعلقة بظروف العمل،1927 تأسيس مختبر هارفارد للتعب HFL ، بفضل رؤية عالم الكيمياء الحيوية لورانس ج.

هندرون الذي أدرك الحاجة إلى دراسة فسيولوجيا الحركة في ظل هذه الظروف البيئية الخاصة.

1930 نشر سلسلة من الدراسات حول استقلاب الكربوهيدرات والدهون في التمرين من قبل ثلاثة علماء فيزيولوجيين دنماركيين جلبت فسيولوجيا التمرين معرفة جديدة في مجالات أخرى مثل التربية البدنية واللياقة البدنية وبشكل عام. الصحة.

وهكذا قدمت فسيولوجيا التمرين الأساس العلمي الذي يبرر اهتمام النشاط البدني بالحفاظ على الصحة

بدأ معظم التقدم في فسيولوجيا التمرين حوالي عام 1960، وسمح تطوير أجهزة التحليل الإلكترونية بقياس غازات الجهاز التنفسي مما يسهل قياس استقلاب الطاقة.

أيضا القياس عن بعد الراديوي، مما يسمح بتسجيل معدل ضربات القلب ودرجة حرارة الجسم عن بعد أثناء التمرين طوال القرن 20، تم استخدام الرياضيين كمواضيع للدراسة في مجال علم وظائف الأعضاء الرياضية، وكان الغرض الرئيسي هو تحديد الحدود القصوى للقوة والتحمل وتحديد الخصائص اللازمة لتحقيق الأداء، النتائج التي تم الحصول عليها تجعل من الممكن وصف برنامج تدريبي مثالي، أو تحديد الرياضيين ذوي الإمكانات الاستثنائية ليصبحوا بطلا.

4. الاستجابات الفسيولوجية لممارسة الرياضة

في علم وظائف الأعضاء الرياضي، يجب أن نفهم استجابات الكائن البشري للتمرين، وتسمى هذه الاستجابة استجابة حادة، وهذه الخطوة ضرورية لفهم التكيفات المزمنة الناجمة عن التمرين المتكرر بانتظام.

المعلمات التي تحدد الاستجابات الفسيولوجية

- ✓ نشاط القلب (معدل ضربات القلب)
- ✓ معدل التنفس
- ✓ التهوية
- ✓ استهلاك الأكسجين
- ✓ درجة حرارة الجلد
- ✓ نشاط العضلات (مخطط كهربية العضل)

ومع ذلك، يجب تقييم معظم الرياضيين في المختبر لأن ظروف القياس أكثر دقة وتوحيدا.

1. العوامل التي يجب تسجيلها أثناء التقييم البدني

يمكن للعديد من العوامل تغيير استجابة الجسم لممارسة الرياضة، وخاصة الظروف البيئية التي تحتاج إلى التحكم فيها تماما، عوامل مثل درجة الحرارة والرطوبة في المكان أو الضوء أو الضوضاء، كل هذه العوامل يمكن أن تعدل استجابتنا سواء أثناء الراحة أو أثناء التمرين، بل ينصح بملاحظة وقت وطبيعة آخر وجبة تم تناولها قبل الامتحان.

جدول الاختلافات في معدل ضربات القلب وفقا للبيئة خلال سباق بسرعة 14 كم / ساعة، وفقا ل ReillyandBrooks 1990

Environnement	Fréquence cardiaque (battements par minute)	
	Repos	Exercice
Température (50 % d'humidité)		
21 °C	60	165
35 °C	70	190
Humidité (21 °C)		
50 %	60	165
90 %	65	175
Niveau de bruit (21 °C, 50 % d'humidité)		
Léger	60	165
Fort	70	165
Prise alimentaire (21 °C, 50 % d'humidité)		
Repas léger 3 h avant l'exercice	60	165
Repas important 30 min avant l'exercice	70	175
Sommeil (21°C ; 50 % d'humidité)		
8 h ou plus	60	165
6 h ou moins	65	175

ثم يبدو من الضروري التحكم في هذه العوامل بشكل مثالي إذا أردنا مقارنة النتائج التي حصل عليها الفرد أو الأفراد مع بعضهم البعض.

من ناحية أخرى، يمكن أن تختلف الاستجابات الفسيولوجية للراحة أو التمرين اعتمادا على الوقت من اليوم ، وهذا يشكل ما يسمى الاختلافات اليومية التي يمكن ملاحظتها على مدار اليوم.

جدول مثال على الاختلافات اليومية في معدل ضربات القلب أثناء الراحة وممارسة الرياضة ، استنادا إلى ReillyandBrooks 1990

	Moment de la journée					
	2h	6h	10h	14h	18h	22h
Condition	Fréquence cardiaque (battements par minute)					
Repos	65	69	73	74	72	69
Exercice léger	100	103	109	109	105	104
Exercice modéré	130	131	138	139	135	134
Exercice maximal	179	179	183	184	181	181
Après 3 min. de récupération	118	122	129	128	128	125

يجب النظر في دورة أخرى، إنها الدورة الشهرية العادية، حوالي 28 يوما، في النساء يمكن أن تسبب اختلافات كبيرة:

1. ثقل
2. من إجمالي محتوى الماء في الجسم
3. درجة الحرارة المركزية
4. معدل ضربات القلب
5. حجم الطرد الانقباضي

يجب التحكم في هذه المتغيرات عند النظر إلى التكيفات المحددة للنساء لممارسة الرياضة، لذلك يجب اختبارها في نفس الوقت من الدورة الشهرية.

5. التكيفات الفسيولوجية المزمنة للتدريب

التكيفات الفسيولوجية التي تظهر بعد التعرض المزمن لممارسة الرياضة وبالتالي تحسين قدرات الفرد وأدائه هذه التعديلات خاصة بنوع التدريب الذي يتم إجراؤه، ويجب أن تلتزم جميع أشكال التدريب بالمبادئ الأساسية.

1. مبدأ التفرد: تلعب الوراثة دورا رئيسيا في سرعة ودرجة تكيف الجسم مع برنامج تدريبي. لا يوجد شخصان مختلفان لهما نفس الخصائص الوراثية. وبالتالي، يتكيف شخصان متميزان بشكل عام بشكل مختلف مع نفس البرنامج.

تدريب. ترتبط هذه الاختلافات الفردية بالتغيرات التنظيمية الخلوية والأيضية والعصبية والغدد الصماء. لهذه الأسباب، يجب أن يأخذ أي برنامج تدريبي في الاعتبار الاحتياجات والقدرات المحددة للأفراد الذين تم تنفيذه من أجلهم.

2. مبدأ الخصوصية: التكيفات مع التمرين والتدريب محددة للغاية لنشاط وحجم وشدة التمارين التي يتم إجراؤها. لن يعطي عداء المسافات الطويلة الأولوية لتدريب العدو. ولهذا السبب نفسه، فإن رافعي الأثقال القادرين على تطوير قوة كبيرة لا يمتلكون صفات هوائية أفضل من تلك الخاصة بالأشخاص غير المدربين. يجب أن تتضمن برامج التدريب الأنظمة الفسيولوجية الأساسية لتحقيق الأداء في تخصص معين.

3. مبدأ الانتظام: ممارسة الرياضة البدنية بانتظام يحسن قدرة العضلات على إنتاج المزيد من الطاقة ومقاومة التعب. ولكن إذا توقفت عن التدريب، فسوف ينخفض مستوى مهارتك ويصبح مستوى موضوعا مستقرا مرة أخرى. سيتم فقدان المكاسب التي تم الحصول عليها من خلال التدريب. لذلك يجب التخطيط لبرنامج تدريبي.

4. مبدأ التقدمية: مفهومان مهمان: الحمل الزائد والتقدمية هما أساس كل تدريب. التدريب التدريجي يعني أن المقاومة المقترحة للعضلات تزداد تدريجيا، وبالتالي هناك زيادة تدريجية في الحمل الكلي، مع التدريب الهوائي أو اللاهوائي، يمكن زيادة حجم التدريب (الكثافة والمدة) تدريجيا.

5. مبدأ التناوب: يتكون هذا المبدأ من تناوب عدة أسابيع من العمل المكثف مع فترات أخف أو دورات تدريبية

للتقدم. هذا يسمح بالشفاء الجيد وإعداد الجسم لجلسة جديدة أو فترة مكثفة. الانتعاش مهمل للغاية كعامل أداء

6. مبدأ الدورية: يتكون هذا من استخدام دورة ماكرو تدوم، في معظم الأحيان، وقت الموسم الرياضي. تنقسم هذه الدورة الكلية إلى عدة دورات متوسطة تتشكل في فترات مختلفة (الإعداد، المنافسة، الانتقال). يوجد اليوم عدة أنواع من الدورية: خطية، بديلة، موجة... ربما يكون هذا هو المبدأ الأكثر تعقيدا الذي يتطلب الكثير من المعرفة. إنها مهنة كاملة تتطلب معرفة وخبرة كبيرة. ومع ذلك، يسمح هذا المبدأ ببرمجة مثالية تهدف إلى تقدم الصفات البدنية ولكنها تسعى أيضا إلى جعل الرياضي في أفضل حالاته في يوم المنافسة.

المحور الثاني: ألية التقلص العضلي

الجهاز العضلي الجهاز العضلي بالإنجليزية Muscular Systemهو: أحد أجهزة الجسم الرئيسية التي لها دور أساسي في وظائف الجسم المختلفة وأهمها الحركة، وتمتلك العضلات خاصيّةً فريدةً دوناً عن باقي أنسجة الجسم؛ إذ أنها قادرة على الانقباض والانبساط لتُحرّك معها أجزاء الجسم المتصلة بها، فالعضلات متصلة بالعظام أو الأوعية الدموية والأعضاء الداخلية، ويُمكن القول إنّ العضلات مسؤولة عن كل الحركات التي يقوم بها الجسم وذلك عند انقباض العضلة وانبساطها، إضافة لبعض الوظائف الأخرى المهمة في الجسم، ويحتوي الجسم على ثلاثة أنواع من العضلات التي تشترك بالعديد من الخصائص مع وجود بعض الاختلافات بينها العضلات هي نُسج تتقلص لتُحرّك أجزاء . من الجسم، وهناك

أنواع مختلفة من العضلات:

- العضلة الهيكلية
- العضلة الملساء
- عضل القلب

ترتبط العضلات الهيكليَّة بالعظام وتأتي على شكل أزواج، فمثلا تعمل العضلة ذات الرأسين على ثني المرفقين، وتعمل العضلة ثلاثية الرؤوس على استقامتهما. العضلات الهيكلية إرادية، أي أن الشخص يُحركها عندما يُقرر هذا. تُحيط العضلات الملساء بالشرايين والأوردة والأمعاء، وتتقلص العضلات الملساء في أوعية الدم وترتخي لتعديل جريان الدم، وتتقلص العضلات في الأمعاء لتُحرّك الطعام والبراز عبر الجهاز الهضمي. لا يُمكن ضبط حركة العضلات الملساء، وهي تقوم بوظائفها بشكل لاإرادي. عضلة القلب هي نوع خاص من العضلات لا تحتاج إلى التوقف أو الراحة على الإطلاق، ولا يُمكنها ضبطها بشكل إرادي. تُولّد العضلات الطاقة من الطعام والأكسجين اللذين يمران عبر مجرى الدم، وتستخدم العضلات هذه الطاقة لتتقلص (تنقبض أو تصبح أقصر). وكلما كانت العضلات أكبر وازدات التروية الدموية إليها، يُمكنها أن تتقلص بشكل أكبر.

تستطيع العضلات أن تسحب فقط، ولا يُمكنها أن تدفع،

ومن دون تروية دموية جيدة، لا تستطيع العضلات القيام بالكثير من وظائفها.

يمكن أن تجعل أنواع معينة من التمارين مثل رفع الأثقال العضلات تُصبح أكبر وأقوى، ويمكن لأنواع أخرى من التمارين، مثل الجري، أن تزيد من قدرة العضلات على التحمل أي يُمكن أن تعمل لفترة أطول).

كيف تجعل العضلات الجسم يتحرك؟

لتحريك الجسم، ينبغي أن تصل العضلات عظمًا بآخر عبر مفصل، وتتصل العضلات بالعظام عن طريق حبال سميكة من انسج تُسمَّى الأوتار، وعندما تتقلص عضلة، تسحب أو تشدّ الأوتار العظمين معا وتحركهما في الاتجاه الذي يسمح به المفصل؛ ونظرًا إلى أنَّ العضلات يمكن أن تتقلص فقط ، إذا عملت عضلة على ثني مفصل، ينبغي أن تتقلص عضلة أخرى على الجانب الآخر من المفصل حتّى يصبح مستقيمًا. (1) أنواع العضلات:

تقسم الأنسجة العضلية لثلاثة أنواع من العضلات، وفيما يأتي بيانها بشيء من التفصيل:

- **العضلات الهيكلية:** بالإنجليزية Skeletal muscleتكون أنسجة العضلات الهيكلية على شكل خلايا طويلة تسمى ألياف العضلات، وترتبط العضلات الهيكلية بالهيكل العظمي وتحرّكه عن طريق انقباضها وانبساطها بناءً على الرسائل الإرادية المرسلة من الجهاز العصبي، لذا تُعرف بالعضلات الإرادية، بمعنى أنّ حركتها تكون بإرادة الإنسان ووعيه، ومن الجدير ذكره الإنسان يمتلك أكثر من (600 عضلة هيكلية تحرّك العظام والبنى الأخرى.
- **العضلات الملساء :** بالإنجليزية Smooth muscleتكون العضلات الملساء على شكل طبقات أو صفائح تترتب طبقة خلف الأخرى، وهي عضلات لاإرادية تخضع حركتها للتحكم من الدماغ فلا يمكن للشخص التحكم بها، وحقيقة توجد العضلات الملساء في نطاق واسع من الجسم، إذا إنها تُكوّن جدران الأعضاء المجوّفة مثل الجهاز الهضمي، والجهاز البولي، والجهاز التناسلي، وجدران الأنابيب مثل الأوعية الدموية والممرات الهوائية، وتوجد أيضًا في أماكن أخرى، مثل العين من الداخل.
- **العضلة القلبية** بالإنجليزية Cardiac Muscle or myocardiumهي العضلة التي تُشكّل القلب، وهي عضلة لاإرادية تعمل وحدها دون تحكم من الإنسان، وإنما بتحكم مجموعة من الخلايا الموجودة داخل القلب التي تُعرف بمنظم ضربات القلب) بالإنجليزية (: Pacemakerالمسؤولة عن تنظيم ضربات القلب، وعند انقباض عضلات القلب السميكة فإنّه يضخ الدم خارج القلب، وعند استرخاء هذه العضلة يعود الدم للقلب بعد إنهاء دورته في الجسم.

2) <u>الإجهاد العضلي</u>

تحصل العضلات على الطاقة اللازمة لانقباضها وانبساطها من عملياتٍ مختلفة اعتمادًا على حاجة الجسم، فتستخدم التنفس الهوائي بالإنجليزية Aerobic respiration في الحالات التي تتطلب إنتاج قوّة قليلة أو متوسطة، وتستخدم التنفس اللاهوائي بالإنجليزية Anaerobic respiration في الحالات التي تتطلب إنتاج قوّةٍ مرتفعة وحقيقةً يُعتبر التنفس الهوائي فعال للغاية ويمكنه الاستمرار طالما أن العضلة تتلقى كمية كافية من الأكسجين والغلوكوز لتستمر في الانقباض والانبساط، وإن الطاقة التي تنتجها العضلة إثر استخدام التنفس الهوائي تكون مرتفعة للغاية، ولكن في الحالات التي

تحتاج العضلة لإنتاج قوة كبيرة فإنها سوف تنقبض بشدة مما يقلل من دخول الدم الحامل للأكسجين للعضلة، فتلجأ العضلة لإنتاج الطاقة باستخدام التنفس اللاهوائي، ومن أشكال التنفس اللاهوائي ما يُعرف بالتخمر اللبني بالإنجليزية Lactic acid fermentation ، والذي ينتج كميات أقل. الطاقة، لذا يعتبر أقل فاعلية من التنفس الهوائي، ويؤدي ذلك لتعب العضلة بشكل سريع نظرًا لاستهلاكها احتياطها من الطاقة، وتُعرف هذه الحالة بالإعياء العضلي بالإنجليزية Muscle fatigue

من يرى الفيسيولوجيون أن قوة الإنسان تتناسب طرديا مع كتلة عضلاته، ومن ناحية أخرى يشير البيولوجيون إلى أنه مع زيادة كتلة العضلة لدى الثديات يقل مستوى قوتها النسبية وينطبق هذا القانون على الإنسان أيضا. ولذلك يدعو "كريستو فنيكوف" إلى استخدام المصطلحين (القوة المطلقة والقوة النسبية ويقصد بالأخيرة أقصى قوة منسوبة إلى 1 كجم من وزن الجسم.

و يتطلب اداء كل نشاط بشري طاقة بيولوجية، وكلما ازداد حجم المقاومة التي يتعين التغلب عليها كلما ارتفع مستوى الطاقة، و تنتج .من استخدام هذه الطاقة البيولوجية من انقسام ثلاثي أدينوزين الفوسفات ((ATPو يكون محتوى العضلة

هذا المركب الكميائي ثابت طالما يتم إعادة تجميعه عن طريق العمليات الهوائية و اللاهوائية بصورة فورية، و لذلك ترتبط زيادة مقدار القوة التي تبذلها العضلة (مع ثبات الظروف الأخرى مثل طول العضلة عند بداية الانقباض، وضع الجسم...إلخ) أساسا بزيادة مستوى إنتاج الطاقة البيولوجية، و يمكن التوصل إلى زيادة مستوى إمداد العضلة بالطاقة عند بذل القوة بعدة طرق، و يتواجد الجزء الأكبر من الـ ATP في الألياف العضلية.

وعند أداء الانقباض العضلي لمرة واحدة يتم أداء هذا الانقباض عن طريق تزامن أنشطة عدد كبير من الألياف العضلية، على أنه من غير الممكن أن تشترك كافة الألياف الموجودة في العضلة في أداء انقباضة واحدة إرادية (أو في الانقباض العضلي بصفة عامة)، إذ يتم بصفة مستمرة ادخار جزء من هذه الألياف، و بصفة عامة لا يحدث تزامن لدى غير المدربين في أكثر من 20% في أنشطة ألياف العضلة المثارة (في العضلات الصغيرة تصل هذه النسبة إلى 50%) و مع تحسن الحالة التدريبية يحدث تطور في قدرة الألياف العضلية على التزامن و يمكن أن تصل هذه النسبة إلى 90%و يوضح ذلك إلى أي مدى يمكن تطوير مستولى القوة عن طريق الارتفاع بمستوى تزامن أنشطة الألياف العضلية.

أنواع العضلات:

العضلات الإرادية:

العضلات الإرادية وتسمى بالعضلات المخططة أو المخططة الهيكلية، والعضلات الإرادية تشمل العضلات الهيكلية في الجسم والتي تغطّي الهيكل العظمي وتسمى بالمخططة الهيكلية وتسمى أحيانا بالمخططة لطبيعة بروتوبلازم الخلايا العضلية المخططة طوليا وعرضيا ومن مميزاتها أنها سريعة الانقباض وانبساط أثناء الاستثارة عن طريق الجهاز العصبي المركزي وتنقسم إلى عضلات، مثنية ومفردة ومبعدة ومقربة وباطحة، و ساطحة

العضلات اللاإرادية

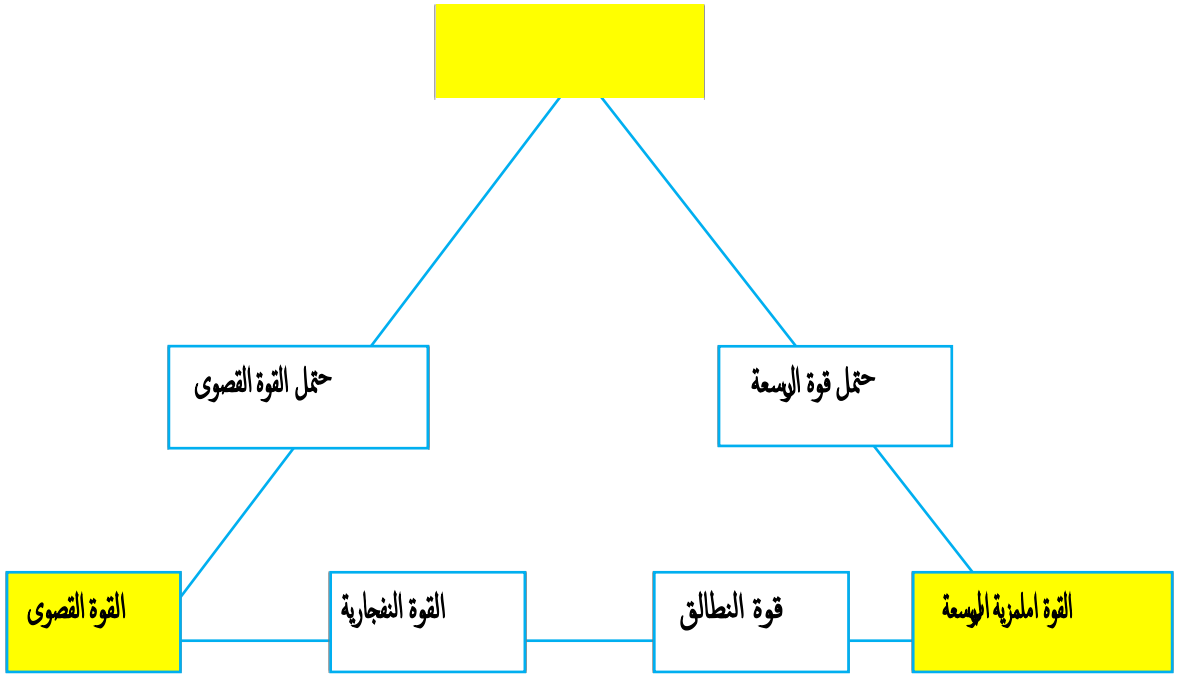
العضلات اللاإرادية هي عضلات غير مخططة وتسمى العضلات الملساء ما عدا عضلة القلب المخططة و التي تعمل لا إراديا وتنقسم من حيث الشكل إلى عضلات مغزلية، ومروحية ودائرية وعاجزة.

العضلات المختلطة "إرادية ولا إرادية":

عضلات مشتركة فيها صفات العضلات المخططة والغير المخططة، مثل عضلة القلب وهي طوليا وعرضيا مثلها مثل العضلات الإرادية إلا أنها لا تخضع للإرادة، ويقوم الجهاز العصبي التلقائي بتنظيم عملها (8) القوة ونضم التقلصات العضلية في كرة القدم

أنواع القوة العضلية:

لقد اختلف الكثير من العلماء في تحديدهم لأنواع القوة العضلية، أما "Weineck" فلقد أشار إلى ثلاثة أنواع أساسية (قوة التحمل، القوة القصوى، القوة المميزة بالسرعة كما هي موضحة في الشكل



ألشكال ألساسية الثالثة للقوةحسب "Weineck"1997

❖ الأشكال الأساسية الثلاثة للقوة حسب "Weineck"1997

ب الانقباض العضلي اللامركزي:(Excentrique)

وهذا النوع من الانقباض أيضا ضمن الانقباض الأنيزومتري حيث تنقبض العضلة و هي تطول بعيدا عن مركزها، و يحدث هذا النوع من الانقباض إذا ما كانت المقاومة أكبر من القوة التي تستطيع إنتاجها، و حيث نجد في هذه الحالة أن العضلة تحاول التغلب على المقاومة لكن المقاومة تتغلب في النهاية يحدث ازدياد في طول العضلة. وأفضل مثال لهذا الانقباض عند أداء حركة نزول الثقل إلى الأرض على منحنى هابط أو عند الهبوط من السلم، وعادة ما يلاحظ هذا الانقباض العضلي في الأنشطة الرياضية في حركات الهبوط المختلفة في رياضة الجمباز، وعند فرد الذراع وهبوط الجسم لأسفل عند الشد على العقلة وغيرها.

ج- الانقباض البليوميتري :(Plyométrique)

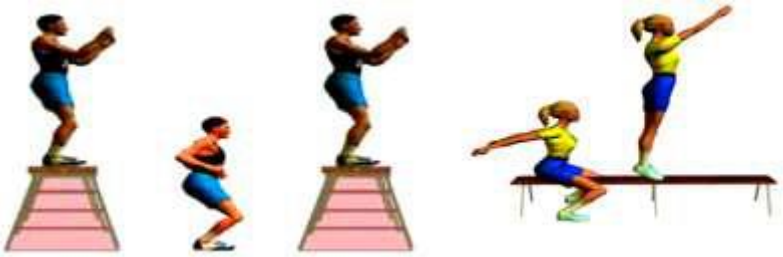
فهو يعتبر ضمن الانقباض الأنيزومتري حيث يبدأ من انقباض مركب أي انقباض عضلي بالتطويل (لا مركزي) يزداد تدريجيا إلى أن يتعادل مع المقاومة ثم يتحول إلى انقباض عضلي بالتقصير (مركزي)، ومن أمثلته أي نوع من أنواع الوثب المتبوع مباشرة بوثبة أخرى.

ج-1- البليومتري منخفض الشدة (Simple)

في هذا النوع من الانقباض يتم استخدام مختلف أنواع القفزات (حواجز، أقماع، الحبل...) حيث لا يتعدى ارتفاع القفزات 20 سم.

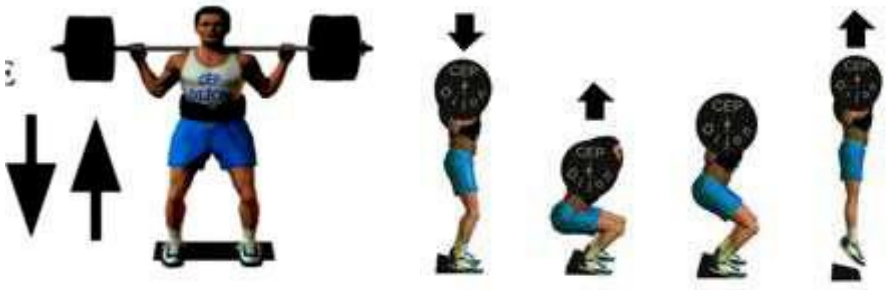
ج-2- البليومتري عالي الشدة:(Intense)

وفي هذا النوع من الانقباض يتم أيضا استخدام مختلف أنواع القفزات لكن بارتفاع أكبر من 60 إلى 100 سم)، مستعملا في ذلك ثني الركبتين بدرجة 130° إلى 90°.



ج-3- البليومتري مع الحمل :(La plyométrie avec charge)

وفي هذه الطريقة يتم تنفيذ حركات بليومترية مع استخدام أحمال خارجية.



"البليومتري مع حمل ((avec charge)

نظام الإزوميتري Régine Isométrique)

حيث تتعادل فيه القوة الخارجية مع القوة الداخلية وتعرف القوة الناتجة عن ذلك بالقوة الثابتة كما أن في هذا النوع من الانقباض لا يحدث تغيير في طول العضلة ومن الأمثلة عن ذلك عند محاولة أي شخص رفع ثقل بحيث لا يستطيع تحريكه.

يصبح خلال الانقباض الثابت تخرج العضلة توترا إلا أنها لا تغير طولها، ويحدث هذا النوع من الانقباض العضلي أثناء أداء الأنشطة الرياضية مثل المصارعة واتخاذ الأوضاع الثابتة المختلفة، كما في رياضة الجمباز أو عند محاولة رفع ثقل معين لا يقوى الفرد على تحريكه أو محاولة دفع مقاومة كجدار حائط، وفي هذه الحالة. في الإمكان إنتاج قوة عضلية كبيرة دون إظهار حركة واضحة للعضلات العاملة أو للثقل الذي يحاول الفرد رفعه أو دفعه. وعند مقارنة القوة القصوى الناتجة عن الانقباض الثابت بمثيلاتها الناتجة عن الانقباض العضلي المتحرك، فإننا نلاحظ تفوق القوة الثابتة على المتحركة ويرجع ذلك إلى ثلاثة أسباب هي:

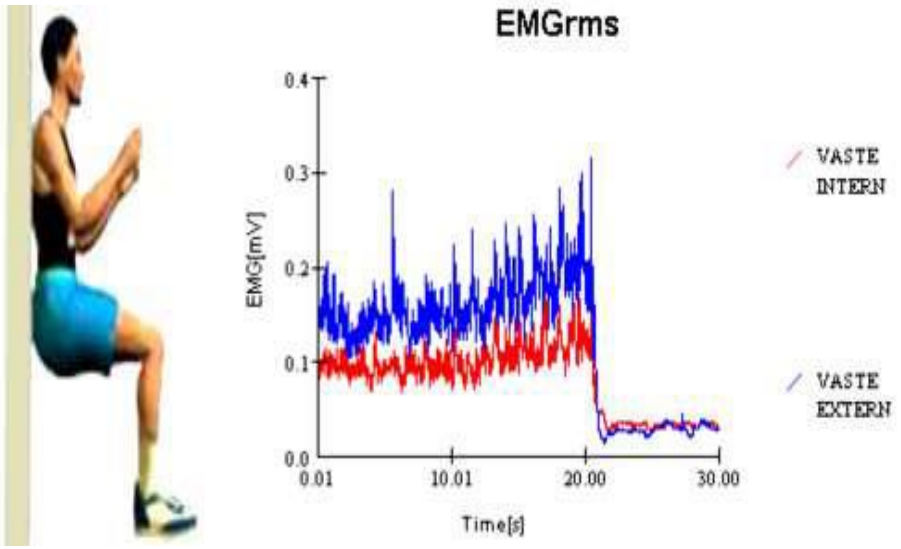
تنقبض العضلة في الانقباض العضلي الثابت بعدد أكبر من الألياف العضلية نتيجة زيادة المقاومة التي تواجهها بدليل أن تفوق القوة العضلية على المقاومة يؤدي إلى تغلب القوة العضلية على المقاومة وهنا تحدث الحركة، بينما إذا زادت المقاومة يزيد عدد الألياف المشتركة في الانقباض، ولذا فإن القوة الثابتة دائما يصاحبها اشتراك عدد أكبر . من الألياف العضلية. يتوفر في الانقباض العضلي الثابت ميزة استمرار الانقباض العضلي، وهذا بدوره يعطي فرصة للتركيز وإنتاج قوة عضلية أكبر مما تحدث في الانقباض العضلي المتحرك الذي تتغير فيه قوة الانقباض على مدى الحركة. ومن عيوب الانقباض الثابت

إذ استخدم لتنمية القوة أنه يرتبط بنمو القوة العضلية في زاوية معينة وهي التي تم استخدامها أثناء التدريب، ولذا يفضل تغيير زوايا العمل العضلي الثابت أثناء التدريب. ويلاحظ أن الانقباض العضلي الثابت يصاحبه سرعة التعب، ويرجع ذلك إلى منع دخول الأكسجين إلى العضلة أثناء الانقباض، حيث من المعروف أن سريان الدم يمتنع تماما عن العضلة في حالة الانقباض العضلي الثابت الذي تزيد قوته عن 70 % من أقصى انقباض. الما الأنظمة التحتية لي الايزومتريك فتتفرع الى اثنان هما

أ– المقاومة حتى التعب Jusqu'à la fatigue

وفي هذا النوع من المقاومة يتم اتخاذ وضعية والاستمرار فيها حتى التعب الكلي.

– مثال بدون حمل خارجي: يقوم الرياضي بثني الركبتين 90 مع اتكاء ظهره إلى الحائط ويبقى في هذه الوضعية حتى التعب الكلي.



الشكل: المقاومة حتى التعب (Jusqu'à la fatigue

ب–مقاومة الستاتو دينامي (:Stato–dynamique)

في هذه الطريقة هناك تباين بين عمل متحرك وآخر ثابت.

مثال: ((squatبحمل 60% نقوم بثني الركبتين 090 ثم الثبات لمدة 2 ثانية ثم مواصلة الصعود بحركة انفجارية يتم تنفيذ 6 مجموعات وكل مجموعة تحتوي على 6 تكرارات، وهذه الطريقة جد فعالة في فترة المنافسات.

نظام التنبيه باستعمال التنبيه الكهربائي L'électrostimulation)

ولكي يكون التنشيط الكهربائي فعالا يجب استخدام أكبر شدة يمكن أن يتحملها الرياضي. في هذه الطريقة يتم وضع إلكترود((Electrodeفي المنطقة العلوية للعضلة لاستقبال شحنة سالبة ووضع إلكترودين آخرين في المنطقة السفلية

لاستقبال شحنات موجبة كما هو مضح في الشكل

التدريب بطريقة التنشيط الكهربائي) (L'électrostimulation

نظام الاهتزازي Système de Vibrations

يقف الرياضي فوق سطح الآلة بثني ركبتيه 90° ويثبت في هذه الوضعية لمدة يمكن أن تصل إلى 1 دقيقة، ثم الاسترجاع لمدة قد تصل إلى 1 دقيقة أيضا، حيث تقوم هذه الآلة باهتزازات عمودية على ارتفاع من 1 إلى 4مم بتكرار يصل ما بين20 إلى 30 هيرتز.

P (watts) = F (newton) x V (m/s)

التدريب بطريقة الإهتزاز(Vibration

المحور الثالث: الأنظمة الطاقوية

1. مقدمة
2. إنتاج الطاقة
3. التمثيل الغذائي وتجديد AT أثناءالتمرين

1- الأيض اللاهوائي اللاهوائي

2 - تقييم قوة الأيض اللاهوائي اللاهوائي

أولا- مقدمة

يجب تزويد الجسم باستمرار بالطاقة، ويتم تنفيذ جميع الإيماءات الرياضية بفضل قدرتنا على استخراج الطاقة من العناصر الغذائية التي نستخلصها من نظامنا الغذائي لنقلها إلى البروتينات المقلصة للعضلات المستخدمة.

الانكماش ممكن فقط من خلال هذا النقل للطاقة وحده.

يتم توفير هذه الطاقة بشكل رئيسي عن طريق الطعام. ويتم إطلاقه في شكل كيميائي، داخل خلايانا وتخزينه كمركب عالي الطاقة، يسمى أدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP)

ATP هو المصدر الوحيد القابل للاستخدام للطاقة لانقباض الخلايا العضلية. الاحتياطيات الخلوية من ATP منخفضة للغاية، يحتوي جسم الإنسان على 85 جم فقط (أو 0.02 مول). هذه الاحتياطيات المنخفضة لا تسمح بالحفاظ على جهد لفترة طويلة. في بضع ثوان يتم استنفاد هذه المخزونات، فهي تسمح فقط بإجراء تمرين من 2 إلى 3 ثوان (10 إلى 30٪منهذهالاحتياطياتقابلةللتعبئة). لفترة أطول من الوقت، يجب تجديد ATP باستمرار في الخلية العضلية للحفاظ على تقلصها.

إنتاج الطاقة

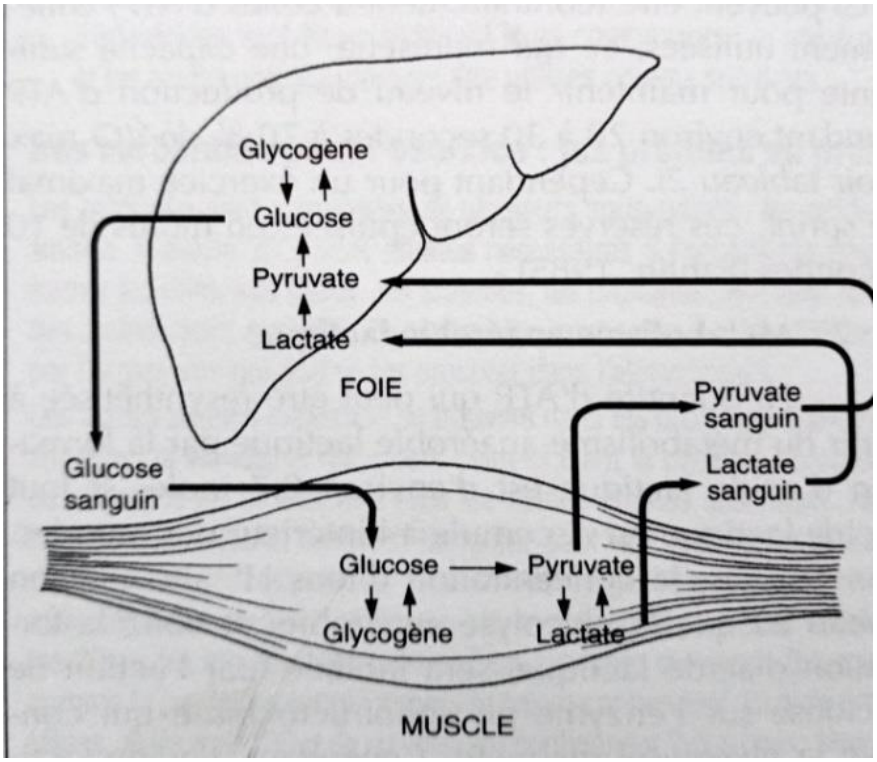
يتطلب تقلص العضلات (وكذلك لعمل الدماغ وجميع الأعضاء، مثل جميع الكائنات الحية) مصدرا واحدا على الأقل للطاقة. واعتمادا على إلحاح وشدة التمرين، يمكن للعضلة استدعاء العديد من مصادر الطاقة:

واحد متاح على الفور ويطلق كمية كبيرة جدا من الطاقة بفضل هدم مركبيه: ATP وفوسفوكرياتين (PCr) مع روابط الفوسفات الغنية بالطاقة. تحتوي جميع ألياف العضلات على احتياطي صغير من ATP و PC يسمح للعضلة بالانقباض بسرعة كبيرة، خاصة في حالة الجهد السريع.

تتأخر المصادر الأخرى بسبب العديد من الخطوات المطلوبة لهدم الركائز المستخدمة: الجليكوجين والجلوكوز والأحماض الدهنية الحرة والأحماض الأمينية. يمكن تقسيمها إلى ثلاث مجموعات:

1. **الكربوهيدرات:** أو الكربوهيدرات يعتمد استخدام الكربوهيدرات من قبل العضلات على توافرها والقدرات الأيضية للعضلات لتكسيرها.

يتم تحويل هذه الكربوهيدرات إلى جلوكوز ينقله الدم إلى جميع الخلايا. في الراحة، بعد الابتلاع، يتم التقاط الجلوكوز بواسطة الكبد والعضلات حيث يتم تحويله إلى جزيء أكثر تعقيدا: الجليكوجين. وهكذا يتم تخزين الجليكوجين في السيتوبلازم، حتى يتم استخدامه من قبل الخلية، لإنتاج ATP يتحول الجليكوجين الذي يخزنه الكبد مرة أخرى إلى جلوكوز ثم ينقله الدم إلى الأنسجة النشطة حيث يتم استقلابه. مخازن الجليكوجين الكبدية والعضلية محدودة ويتم استنفادها بسرعة إذا كان النظام الغذائي لا يوفر كمية كافية من الكربوهيدرات، تتوافق مخازن الجليكوجين الكبدية والعضلية مع ما لا يزيد عن 2000 كيلو كالوري.



2. **الدهون** يخزن الجسم دهونا أكثر بكثير من الكربوهيدرات، ويمثل حوالي 80٪من الطاقة الاحتياطية ،ومعذلك ،فهي أقل سهولة، لعملية التمثيل الغذائي الخلوي،لأنه يجب أولا تحويلها من شكله االمعقد (الدهون الثلاثية) إلى مكون أساسي (الأحماض الدهنية،GLA). فقط AGL يمكنه تدريب ATP.

تمثل مخزونات الدهون بشكل عام أكثر من 70000 كيلو كالوري

3. **البروتينات:** توفر البروتينات عادة نسبة صغيرة جدا من استهلاك الطاقة من 5٪إلى 10٪أثناءالتمرين لفترات طويلة. يمكن استخدام الوحدات الأساسية للبروتينات فقط لإنتاج الطاقة. العمليات التي تسمح بتكوين الجلوكوز من البروتينات تشكل استحداث الجلوكوز، فمن الممكن في بعض الأحيان تحويل البروتينات إلى أحماض دهنية، في حالة الحرمان الشديد من الطعام، بعد سلسلة كاملة من ردود الفعل. هذا هو تكوين الدهون. غرام واحد من البروتين يوفر 4.1 سعرة حرارية

1. الأيض وتجديد ATP أثناء التمرين

في السيتوبلازم والميتوكوندريا، تحدث تفاعلات كيميائية لاستقلاب الوقود أثناء التمرين لإعادة تكوين ATP.

من فعالية هذه الأيضات سينتج الأداء، أي الحفاظ على قوة التمرين على مدى مدة، وهي مسافة يحددها النشاط

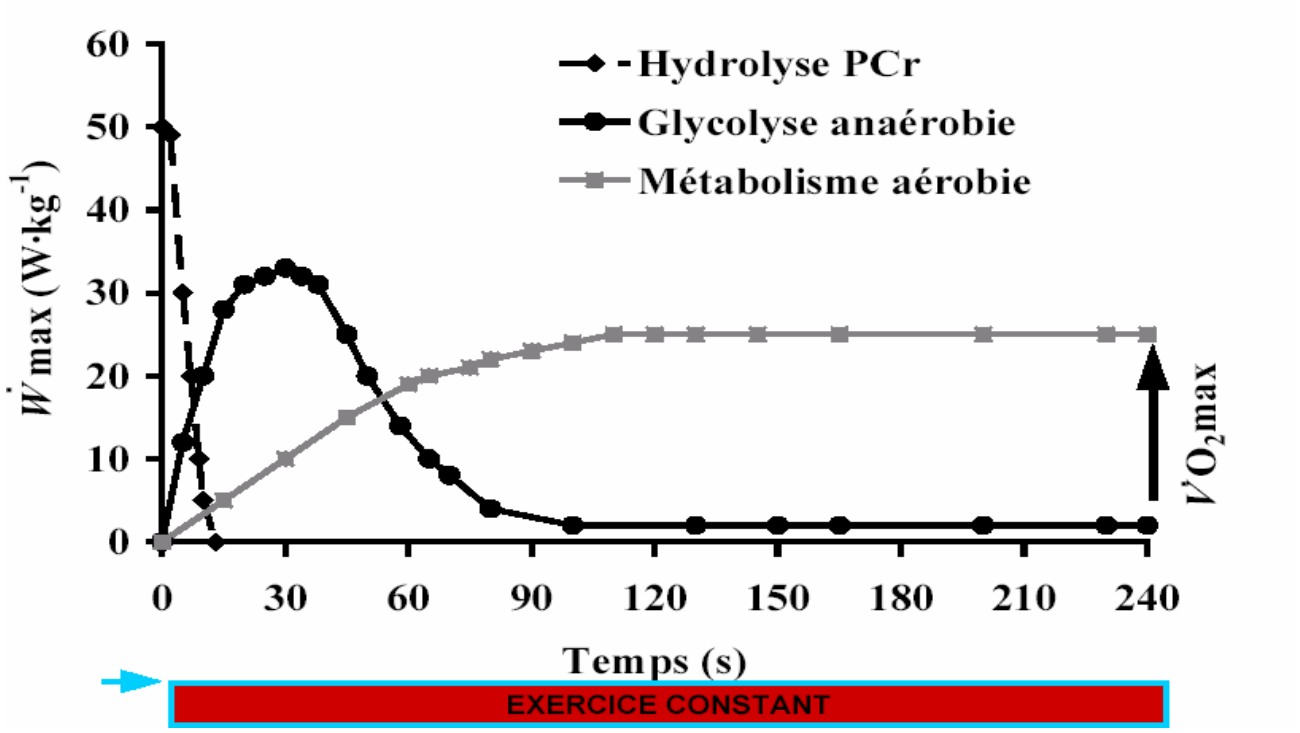
الأيض ينطوي على عمليتين أساسيتين:

– يعتبر الابتنائية عملية البناء (مثل زيادة كتلة العضلات)

– ويعتبر الهدم عملية تدهور

ستتدخل ثلاث عمليات لضمان إعادة التركيب الدائم ل ATP:

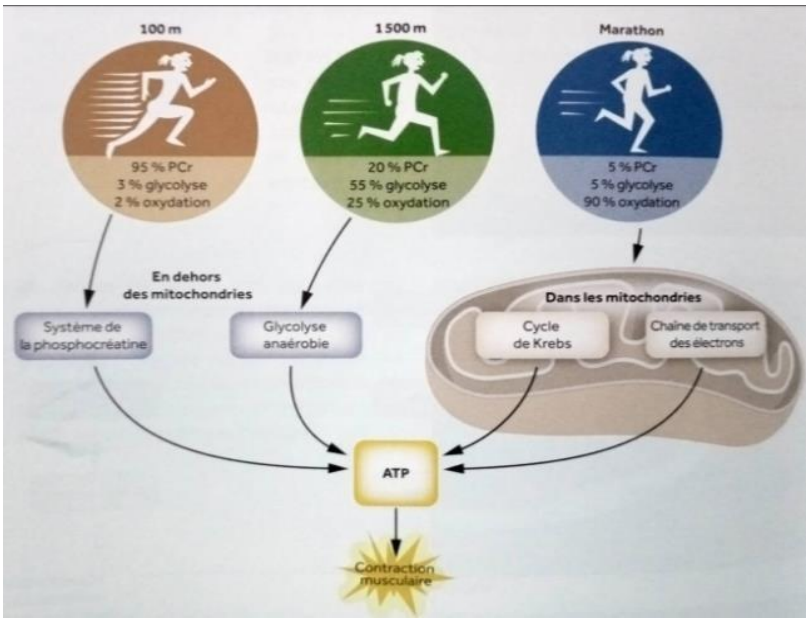
1. عملية لاهوائية اللاكتيكية.
2. عملية لاهوائيةلاكتيكية.
3. عملية هوائية.



تتدخل عمليات الطاقة الثلاث بشكل تفضيلي وفقا لمدة وشدة التمرين لأنها تتميز بما يلي:

الطاقة، أي معدل تدهور ركائز الطاقة لضمان معدل إعادة تكوين ATP لكل وحدة زمنية.

السعة، أي الكمية الإجمالية ل ATP المعاد تصنيعها



Part des métabolismes aérobie et anaérobie dans la dépense énergétique (%)

Distances (mètres)	Anaérobie		Total anaérobie	Aérobie
	ATP/CP Alactique	Glycolyse anaérobie lactique		
50	98	2	100	
100	80	15	95	5
200	30	65	95	5
400				
500	20	55	75	25
800				
1500	10	20	30	70

حصة الأيض الهوائي واللاهوائي في إنفاق الطاقة (٪) كدالةلمسافةالمنافسة،مثالعلىالسباحة، 1984 ،في علم وظائف الأعضاء ومنهجية التدريب ، VéroniqueBILLAT ، الطبعة 3 ، 2012 ، ص 47

الأيض اللاهوائي اللاهوائي

قدرة الجسم على إنتاج الطاقة عن طريق المسار اللاهوائي اللاأمتيك وبالتالي بواسطة ATP–CPr".

يتم استخدامه خلال التمارين القصيرة والمكثفة (العدو ، رفع الأثقال ، القفز ، الرمي) ، والتي تحدث بدون أكسجين.

يستخدم هذا النظام احتياطيات الفوسفوكرياتين المحلية التي يتم استنفادها في 10 ثوان.

يحدث في تفاعل واحد يحفزه إنزيم:

فوسفات الكرياتين + ADP→الكرياتين + ATP

مع زيادة مدة الاختبار ، تزداد حصة الأيض اللاهوائي اللبني والهوائي.

يتم تجديد احتياطيات فوسفات الكرياتين خلال فترات عدم النشاط ،

لهذا ، يتم نقل الكرياتين Cr الحر إلى الميتوكوندريا أو يمكن إعادة تصنيع جزيء فوسفات الكرياتين بفضل الطاقة التي يجلبها المسار.

الهوائيه. استعادة احتياطيات PCr هي ظاهرة سريعة. دقيقتان من التمرين تكفيان للعودة إلى 90٪منالتركيزاتالأوليةإذاتوفر ما يكفي من O2.منطقيا ، تكون إعادة التركيب هذه أسرع في الرياضيين الدائمين لأنهم قادرون على إنتاج المزيد من الطاقة من خلال التمثيل الغذائي الهوائي لإعادة تصنيع PCr.

Processus de récupération	Délai minimum de récupération	Délai maximum de récupération
– restauration des réserves intramusculaires (ATP + CP)	– 2 minutes	5 minutes
– restauration du glycogène intramusculaire	– 10 heures (après un exercice continu concentrique)	46 heures
	– 5 heures après un exercice intermittent	24 heures
	– 48 heures après un exercice à régime de contraction musculaire excentrique.	72 heures
– restauration des réserves de glycogène hépatique	– non connu	12-24 heures
– diminution de la concentration sanguine et musculaire d'acide lactique.	– pour la concentration sanguine : 30 minutes avec un exercice de récupération active à 50-60 % de $\dot{V}O_2max$	1 heure
	– pour la concentration intramusculaire : 1 heure avec une récupération passive.	2 heures
– restauration des réserves d'oxygène	– 10-15 secondes	1 minute

المواعيد النهائية لاستعادة ركائز الطاقة اعتمادا على نوع التمرين الذي يتم إجراؤه

التدريب لا يزيد PCr. من ناحية أخرى ، فإن تناول الكرياتين الخارجي ، وهو الببتيد الذي يمكن تصنيعه أيضا في الكبد من 3 أحماض أمينية (جليكاين ، أرجينين ، ميثيونين) يزيد من PCr ويمكن في بعض الحالات تحسين الأداء أثناء الجهود المكثفة ، خاصة عندما يكون تكرار سباقات السرعة مطلوبا على سبيل المثال في الرياضات الجماعية.

الميوكيناز

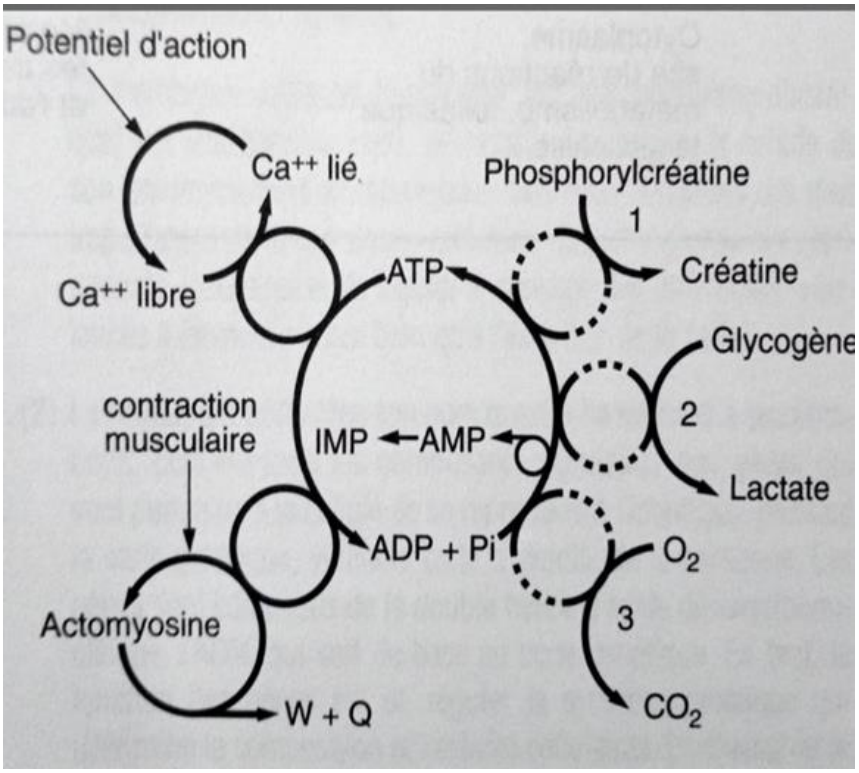
الميوكيناز هو إنزيم موجود في جميع الخلايا. عندما يتجاوز تركيز ADP عتبة حرجة ، يسمح تفاعل آخر بإعادة تكوين ATP:

$$2ADP \longrightarrow 1ATP + 1AMP$$

ثم يتحلل الأدينوزين أحادي الفوسفات (AMP) في وجود الماء لإعطاء إينوزين أحادي الفوسفات (IMP) والأمونيا (NH3)

$$AMP + H_2O \longrightarrow IMP + NH_3$$

هذه قناة احتياطية نادرا ما تتجلى في المستقرة.



تقييم قوة التمثيل الغذائي اللاهوائي اللاهوائي

يتطلب قياس الطاقة اللاهوائية القصوى ثلاثة شروط:

1. يجب أن يكون التمرين بحد أقصى
2. يجب أن تكون مدة التمرين قصيرة جدا حتى تكون القوة المقاسة قصوى حقا:

تنخفض الطاقة القصوى بسرعة مع التمرين المطول (Wilkie، 1960; ديفيز ،

3. يتطلب إنتاج الطاقة القصوى حقا ظروفا مثالية للقوة والسرعة؛

كلما كانت مدة التمرين أقصر، زادت محدودية مشاركة الأيض اللاهوائي اللبني والهوائي. يبدأ إنتاج حمض اللاكتيك في الثواني الأولى من التمرين والتمارين القصيرة جدا فقط (3 ثوان إلى 5 ثوان) تلتمس فقط التمثيل الغذائي اللاهوائي اللاهوائي، بمعنى أنه مع مراعاة الطاقة فقط من ATP في الاحتياطي أو PCr.

تقييم قوة التمثيل الغذائي اللاهوائية اللاهوائية

طرق غير مباشرة

تتكون من تحديد القيمة القصوى للطاقة الميكانيكية الخارجية التي يمكن للموضوع إنتاجها. هذا يجعل من الممكن:

–تقييم التسارع

–تقييم القوة اللاهوائية اللاهوائية

–تقدير الكفاءة البليومترية للرياضي

يتطلب قياس الطاقة اللاهوائية القصوى ثلاثة شروط:

يجب أن يكون التمرين أقصى حد ممكن حقا ، ويجب أن تكون مدة التمرين قصيرة جدا بحيث تكون القوة المقاسة قصوى حقا: تنخفض الطاقة القصوى بسرعة مع إطالة التمرين (Wilkie، 1960; ديفيز ، 1971 ؛ كايل وكيزو ، 1986) ؛ جي بي جوسارد.

يتطلب إنتاج الطاقة القصوى حقا ظروفا مثالية للقوة والسرعة ؛

كلما كانت مدة التمرين أقصر ، زادت محدودية مشاركة الأيض اللاهوائي اللبني والهوائي. يبدأ إنتاج حمض اللاكتيك في الثواني الأولى من التمرين والتمارين القصيرة جدا فقط (3 ثوان إلى 5 ثوان) تلتمس فقط التمثيل الغذائي اللاهوائي اللاهوائي ، بمعنى أنه مع مراعاة الطاقة فقط من ATP في الاحتياطي أو PCr.

اختبار الاسترخاء

يعرف أيضا باسم اختبار Sargent أو اختبار القفز ، وهو يتضمن إجراء أقصى قفزة رأسية دون حركة مضادة (أي بدون وقت زنبرك هبوطي) من ثني الركبة عند 90. يجب أن يقفز الموضوع فقط إلى أعلى مستوى ممكن إجراء الاختبار

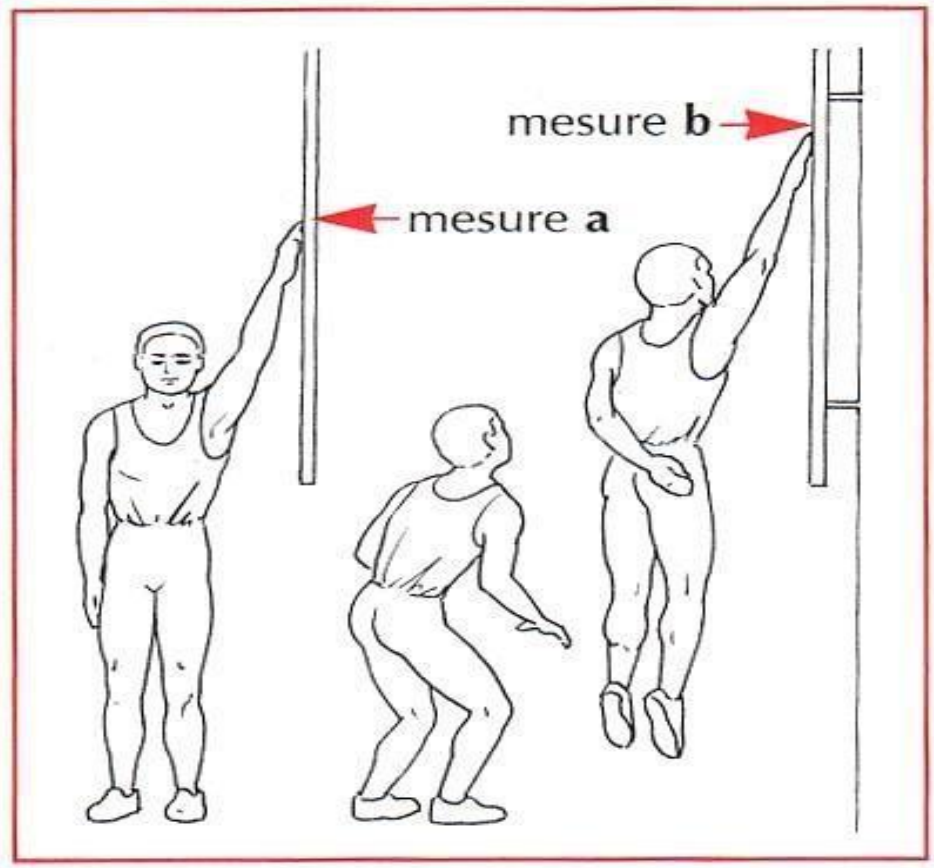
الرياضي يغلف أصابعه بالطباشير

الكتف على بعد 15 سم من الحائط ، والقدمين مسطحة على الأرض ، ويرفع الرياضي ذراعه المهيمنة إلى أعلى مستوى ممكن ويضع علامة طباشير أولى على الحائط

ثم دون تغيير الموقف ، يقوم الرياضي على الفور بالقفز عن طريق لمس الحائط مرة أخرى بنفس اليد.

وبالتالي فإن الفجوة بين العلامتين التجاريتين هي التوسع الجاف بالسنتيمتر.

يسمح ب 3 تجارب ، ويتم تسجيل أفضل نتيجة من 3



من الممكن بعد ذلك حساب قوة الأطراف السفلية من صيغ مؤلفين مختلفين.

صيغة هارمان(تستخدم لجدول مراسلات نتائج رقيب الاختبار)

ذروة الطاقة (W) =

6.19 × ارتفاع القفز (سم) + 36 × كتلة الجسم (كجم) + 1822

متوسط الطاقة (W) =

21.2x ارتفاع القفز (سم) + 23.0. كتلة الجسم (كجم) – 1393

صيغة لويس

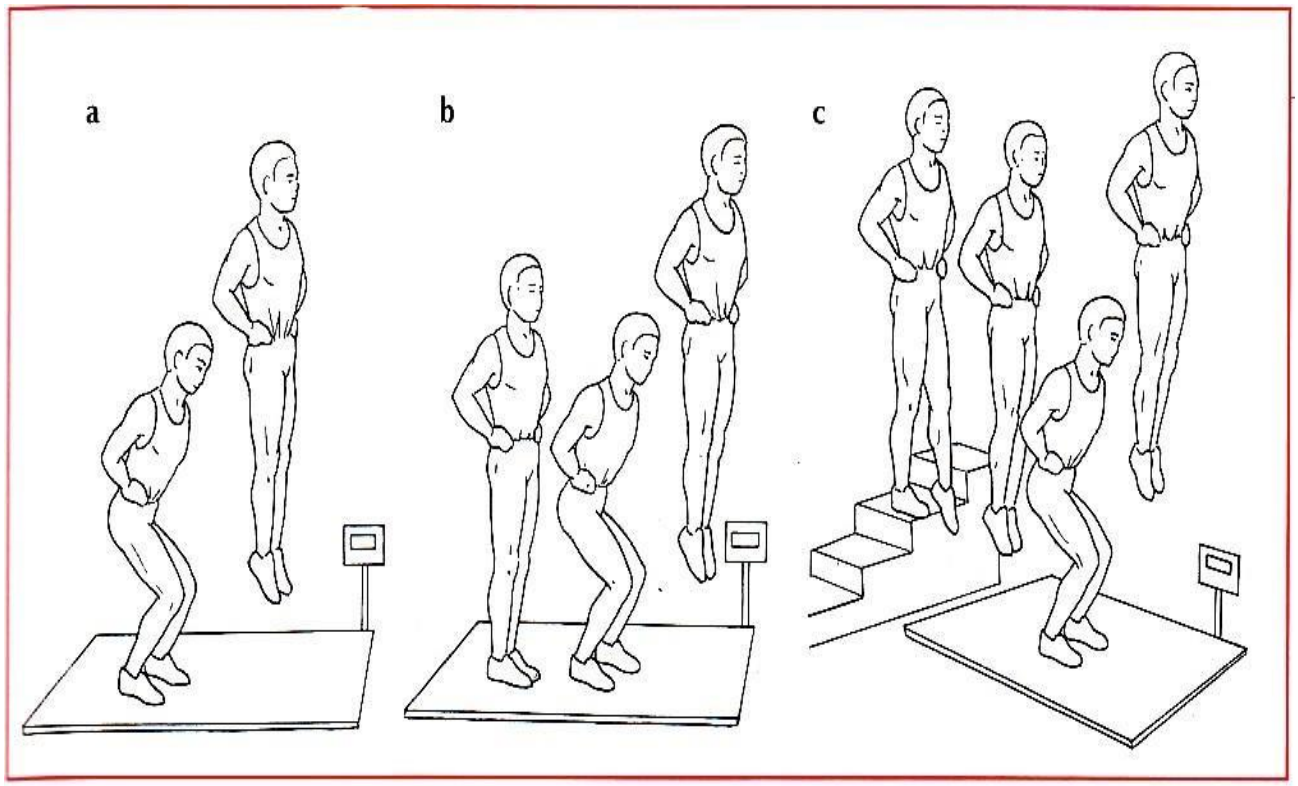
21.7 = W × الوزن بالكيلوغرام × المسافة بالسنتيمتر الجدول المرجعي لرقيب الاختبار

التمدد الرأسي (الاختبارات المعملية)

من حصيرة بوسكو الإلكترونية أو ergo–jump.

يتم قياس ارتفاع مركز الثقل هنا من وقت الرحلة. يقوم الموضوع بقفزة عمودية من حصيرة مجهزة بجهات اتصال إلكترونية. يجب احترام ما يسمى بوضع بدء Squat–Jump بدقة: وضع نصف القرفصاء ، ثني الركبتين عند 90 درجة ، اليدين على الوركين.

ثلاثة أنواع من القفزات العمودية التي يتم إجراؤها على ergo–jump: أ): قفزة القرفصاء (SJ) ، ب): القفز بالحركة المضادة (CMJ) و ج): القفز بالإسقاط (DJ).



يقترن جهاز الموصل الإلكتروني بمجموعة من الخلايا الكهروضوئية التي تجعل من الممكن قياس مدة القفزة إلى أقرب جزء من ألف. يتم حساب القوة بالصيغة:

ف (واط) = 9.81 . تلفزيون. TC / 4Tc

التلفزيون = وقت الرحلة ،TC = وقت الاتصال.

يمكن أيضا إجراء هذا الاختبار بطريقتين أخريين: بعد تمديد انثناء الأطراف السفلية ، أو بعد القفز على الجزء السفلي من ارتفاع أقصى يبلغ 40 سم. هذان البروتوكولان اللذان حددهما المؤلف على التوالي: قفزة الحركة المضادة (CMJ) والقفز المتساقط (DJ) يقيمان أيضا التأثير البليومتري والتنسيق

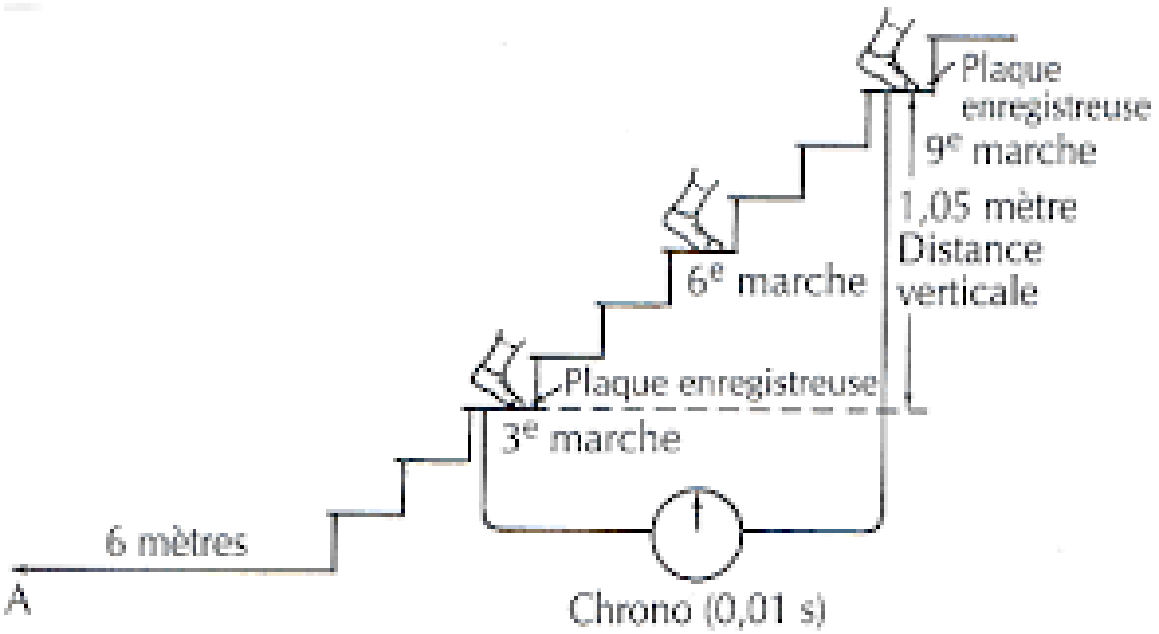
اختبار مارغاريا– كالامين

إنه اختبار لقياس القوة اللاهوائية القصوى ، ويتعلق بجميع الرياضات ذات التسارع الخطي العالي في الجري: ألعاب القوى والرياضات الجماعية.

عملية الاختبار:

قم بقياس ارتفاع كل خطوة ، ثم احسب الارتفاع الكلي بين الخطوة 3 و 9 ، وإذا كان لدى المقيم كهروضوئي لقياس الوقت ، فيجب عليه وضع مشغل ساعة الإيقاف على الخطوة3 وجهاز التوقف في الخطوة .

1. يتم وزن الرياضي الذي تم تقييمه ثم يقوم بالإحماء ويتدرب على تسلق السلالم 3 خطوات في المرة الواحدة
2. يقف على بعد 6 أمتار من الدرج ، ويركض بأسرع ما يمكن إلى الدرجات التي يتسلقها من 3 إلى 3 ، ويتم الدعم في الخطوة[الثالثة] و 6 و 9.
3. الوقت بين الخطوة[3] و[9]



ثم يتم حساب القدرة المعبر عنها بالواط (W) وفقا للصيغ التاليه:

ف (ث) = 10.3 × م × ر [-1]

P (W) = (الوزن بالكيلوغرام × الارتفاع بالأمتار) × 9,8 / tems

في ثوان W هي القوة

m هي كتلة الموضوع (كجم)

t هو الوقت بين الخطوة (الخطوات) 3 و 9

اختبار قوة السرعة

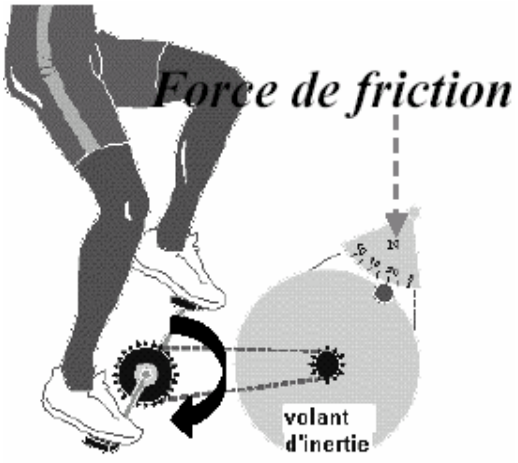
بيرنايوكريلارد (1979) ، بيرس (1981) ، فانديوال (1987)

على ergocycle مع الفرامل الميكانيكية ، يمكن للمرء أن يعارض الموضوع الذي يقوم بدواسة مقاومة تسمى قوة الاحتكاك عن طريق ضبط الفرامل.

يتكون الاختبار من مطالبة الرياضي بالدواسة بأسرع ما يمكن لمدة 6 ثوان ضد مقاومة معينة.

يتم تسجيل سرعة الدواسة القصوى بواسطة مقياس سرعة الدوران بقوى كبح مختلفة ، مما يترك استجماعا كافيا بين كل اختبار.

توجد علاقة عكسية بين القوة المعاكسة والسرعة القصوى للدواسة



الأيض اللاهوائي اللبني (التحلل اللاهوائي)

في أي جهد ، لا يكون إنتاج الطاقة حصريا أبدا: اعتمادا على مدته وكثافته ، سنتحدث عن هيمنة قطاع واحد على القطاعات الأخرى ،إذا كان الجهد متوسط المدة وأقصى كثافة تقريبا ، فإن *القطاع اللاهوائي اللبني* يتولى المسؤولية من السلسلة اللامركزية لدعم الجهد بشكل فعال ،تحلل الجلوكوز عبارة عن سلسلة من 10 خطوات كيميائية لا يحتاج منها إلى الأكسجين لتكسير الجلوكوز ولكنه ينتج حمض اللاكتيك.

على عكس المسار اللاتيكي ، الذي يتضمن تفاعلا كيميائيا واحدا فقط ، يتكون هذا المسار من مرحلتين:

الأول ، يسمى تحلل السكر ، يحلل جزيء جلوكوز واحد إلى جزيئين من حمض البيروفيك (البيروفات) نتيجة للعديد من التفاعلات الكيميائية. يوفر 2 جزيئات ATP لكل جزيء من الجلوكوز المتدهور.

والثاني ، ضروري لاستمرار تحلل السكر ، وعندما يكون تمرين العضلات شديدا ، يزداد تركيز البيروفات بشكل حاد ويتم تحويل معظمه إلى لاكتات في حالة لاهوائية.

فوسفات الكرياتين والجلوكوز هما مصدران للطاقة لهذين المسارين الأيضيين. تحدث التفاعلات الكيميائية لهذين المسارين في سيتوبلازم الألياف.

المسار 2 ، على عكس المسار 1 ، ينتج مادة أيضية (حمض اللاكتيك) ، والتي تتراكم في العضلات المنتجة للجهد ، وهو الحماض

ينتج عن التحلل اللاهوائي تكوين حمض اللاكتيك ، وهو مزيج من أيونات اللاكتات وأيونات H + من التحلل المائي ل ATP.

بالإضافة إلى ذلك ، تجدر الإشارة إلى أنه بمجرد تشكيله في الخلية العضلية ، يتم فصل جزيء حمض اللبنيك ($C_3H_6O_3$) تماما إلى جزيء اللاكتات ($C_3H_5O_3$) و 1 بروتون (H +)

حمض اللبنيك غير موجود في هذا الشكل في العضلات. من الأدق التحدث عن إنتاج اللاكتات الذي لا يخلق الحموضة ولكنه يرافقه.

هذا البروتون ، وهو جسيم أولي صغير للذرة (10 أمتار) ، هو المسؤول الوحيد عن الحموضة المنسوبة إلى حمض اللاكتيك. لذلك ، من المحتمل أن يكون حمض اللاكتيك بالفعل حامضا للأنسجة ، لكن اللاكتات ليست أكثر من شاهد بريء على إنتاج ATP من خلال المسار اللاهوائي (، .Cazorlaetal 2001).

ومن ثم، فإن القول بأن حمض اللاكتيك مسئول عن إيقاف العمل عن ممارسة ما هو تسمية خاطئة. سيكون الجاني هو الحماض1 المتأصل في تراكم أيونات 2 + H.

يتم إجراء التجارب أو المواد القلوية ، ويتم تخفيف انخفاض الأداء المرتبط بتراكم اللاكتات.

ومع ذلك ، تزداد أيونات H + واللاكتات بالتوازي ، والحديث عن حمض اللاكتيك كحد للأداء ليس خطأ حقا... إذا قبلنا أن الرقم الهيدروجيني 1 نفسه هو السبب الرئيسي لإرهاق العضلات.

لذلك ، فإن أحد الأهداف الرئيسية لتدريب المقاومة هو تحسين القدرة على تكوين اللاكتات دون تراكم أيونات H + من أجل السماح للرياضي بتحمل هذا الحماض أو تأخير ظهوره ،
أيونات H + تعيق تقلص العضلات في: النشاط الأنزيمي ، بما في ذلك PFK.
تغيير إطلاق Ca2+ من الشبكة الساركوبلازمية
انخفاض حساسية التروبونين ل Ca2 +. من الناحية التخطيطية ، تتنافس أيونات H + مع أيونات Ca2 + وتمنع الأخيرة من لعب دورها في تغيير تشكل التروبوميوسين. ومن ثم، يقل عدد جسور الأكتين–الميوسين.
يمكن أن يؤدي وجود H + أيضا إلى تقليل القوة الناتجة عن كل جسر.

مصير اللاكتات

في نهاية التمرين فوق الأقصى ، يستمر اللاكتات في الزيادة ليصل إلى ذروته بين الدقيقة 3 و 5 ، وهذه المرة تتوافق مع وقت مرور اللاكتات في الدم ، ثم ينخفض اللاكتات في الدم ،
قد يكون سببان لهذا التخليص:
– يتم تحويل اللاكتات إلى جليكوجين في الكبد بواسطة دورة كوري
– يتأكسد اللاكتات مباشرة في العضلات (بشكل رئيسي عن طريق الألياف البطيئة) أو الكبد أو الكلى أو القلب ، أي جميع الأعضاء التي تحتوي على تركيز عال من إنزيم H–LDH ، يتحول اللاكتات إلى حمض البيروفيك ويتأكسد في دورة كريبس
جلسات عالية الكثافة وضعت فوق عتبة اللاهوائية تسبب ارتفاع إنتاج حمض اللاكتيك الذي سوف يرفع إفراز هرمون النمو.
هذه الذروة من حمض اللبنيك التي تحدث في نهاية الأطعمة المجزأة سوف تمرر بطريقة ما الأمر إلى الجسم لإفراز هرمون النمو (GH) ، وهو هرمون يبدأ بدوره عملية التجديد وتطور العضلات.

تقييم استقلاب الأيض اللاهوائي اللبني

من درجة معينة من الشدة ، متغيرة من فرد إلى آخر ، يتم تشغيل نظام فسيولوجي آخر ، ثم يتحول الرياضي إلى استخدام كبير للنظام اللاهوائي ، باستخدام الكربوهيدرات بشكل حصري تقريبا كوقود.
في بضع ثوان أو دقائق حسب الفرد ومستوى تدريبه ، يتسبب التعب العضلي في انخفاض شدته ويواجه الرياضي صعوبة في الحفاظ على نفس المستوى من الجهد ، خاصة بسبب آلام العضلات وانخفاض جودة الانقباض.
الرياضي القادر على تحمل هذا الحماض ، أو تأخير ظهوره ، يزيد من إمكانات أدائه.
هذا هو السبب في أن المدربين والمدربين وعلماء الفسيولوجيا سعوا إلى إنتاج أدوات لقياس المعلمات اللبنية.
يعد تحديد مستوى القدرة اللبنية للرياضي (العتبة اللاهوائية) أمرا ضروريا لمعايرة التدريب المتقطع المستمر بدقة بكثافة عالية.
في بعض التخصصات التي تدوم بين 20 ثانية و 2 دقيقة ، يتم تحقيق أفضل العروض من قبل الرياضيين القادرين على إنتاج المزيد من ATP ، وبالتالي المزيد من اللاكتات ، لكل وحدة زمنية وتحمل تركيزات عالية من البروتونات H + ، وبالتالي الحماض العالي. يحدد هذان المعياران
اللياقة اللاهوائية اللبنية. إنها تتطلب أن تكون الاختبارات التي من المحتمل أن تقيمها فوق الحد الأقصى ، وأن تقود الرياضي الذي تم تقييمه إلى الإرهاق وأن تكون مدتها بين 30 ثانية و 2 دقيقة.
التقييم بالطرق المباشرة للياقة اللاهوائية اللبنية على أساس قياس المعلمات الكيميائية الحيوية أو النسيجية أو الأيضية (الطرق الأنزيمية ، وقياس اللاكتات العضلية ، وقياس الطيف ، وما إلى ذلك) معقد للغاية من الناحية المنهجية والنظرية. في هذه الدورة ، سنقتصر على الطرق غير المباشرة المستخدمة إما في المختبر أو في الميدان.
في المختبر ، يعد قياس الحد الأقصى لتركيز اللاكتات في الدم (أو اللاكتاتية) وقياس الحد الأقصى لنقص الأكسجين أو DO2max هما النهجان الأكثر استخداما لتقييم مدى ملاءمة التمثيل الغذائي اللاهوائي اللبني. العديد من الاختبارات الأخرى التي تستخدم الحد الزمني للاختبار فوق الأقصى الذي يتم إجراؤه على مقياس الجهد الدائري أو في سباق جهاز المشي ، تجعل من الممكن تقدير القوة أو التحمل الميكانيكي اللاهوائي.

قياس "الذروة" اللبنية

من أجل أن تكون قادرا على قياس تركيزات اللاكتات في الدم ، بعد اختبار فوق الحد الأقصى على المدى القصير (30 إلى 2 دقيقة) ، من الضروري الانتظار من 5 إلى 10 دقائق بعد التوقف عن التمرين لأخذ عينة الدم اللازمة. هذه المرة تسمح للاكتات التي تنتجها العضلات بالانتشار في الدم. ينتج عن هذا أعلى تركيز في الدم محدد: "ذروة اللاكتيك.

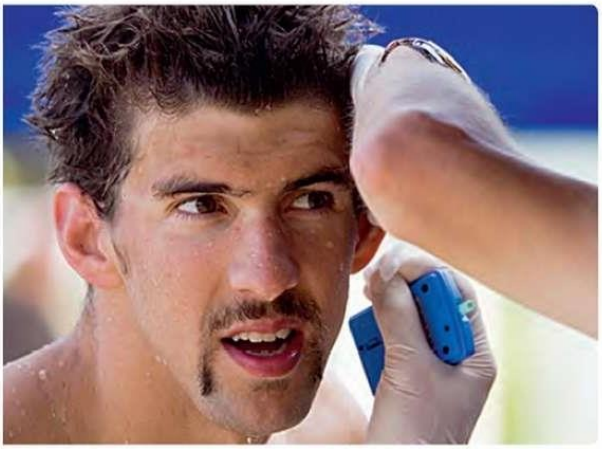
أقصى قدرمن اللاكتات في الدم

اللاكتات في الدم هو تركيز اللاكتات في الدم ، ولا يرتبط اللاكتات في الدم ارتباطا مباشرا بأقصى إنتاج للاكتات بواسطة العضلات النشطة لأنه يتأثر بانتشار اللاكتات من العضلات إلى الدم والقضاء عليه (وتسمى أيضا إزالة ، ويمكن أن يتم هذا القضاء بطرق مختلفة: عن طريق استهلاك اللاكتات داخل العضلات أو الأنسجة الأخرى).

ومع ذلك ، فإن الحد الأقصى من اللاكتات في الدم هو مؤشر جيد جدا لقوة التمثيل الغذائي اللاهوائي اللبني.

تم الإبلاغ عن وجود علاقة إيجابية لنفس السباح بين تطور الأداء في 100 متر وتطور أقصى لاكتات الدم خلال نفس الموسم. وبالمثل ، بمقارنة عدائي 400 متر الجيدين ، فقد ثبت أنه كلما ارتفع اللاكتات في الدم، كان الأداء أفضل.

يمكننا الحصول على قيمة اللاكتات في الدم بفضل مقياس الأيض



يتم أخذ كمية صغيرة من الدم ، عادة من شحمة الأذن أو إصبع الرياضي. يتم تطبيق العينة على شريط قياس يتم إدخاله بعد ذلك في الجهاز. يظهر تركيز الدم من اللاكتات على الشاشة بعد حوالي دقيقة.

تعتمد المستويات الطبيعية لحمض اللاكتيك في الدم على

1. عمر

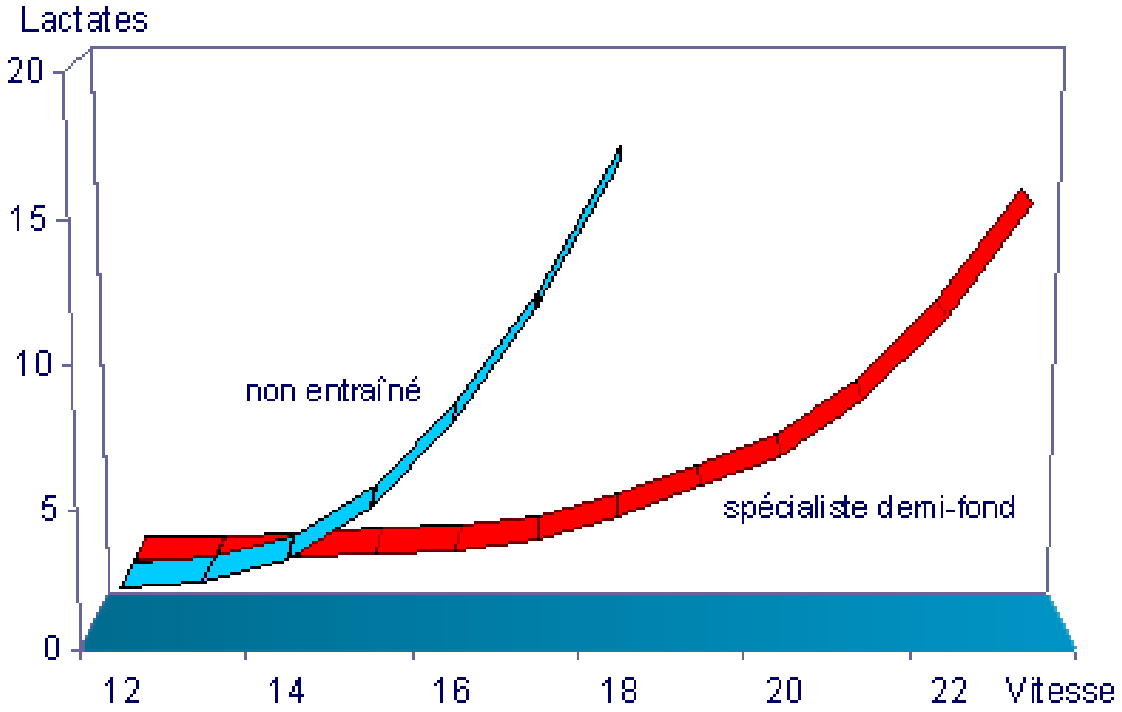
2. جودة الدم (الوريدي أو الشرياني)

يعتبر أنه ، في المتوسط ، يجب أن يكون أقل من
1.65 ملليمول/لتر في الأطفال حديثي الولادة (مسحة شعرية)،
2.85 ملليمول/لتر لدى المراهقين الذين تقل أعمارهم عن 15 عاما (المسحة الوريدية) و2.00 ملليمول/لتر لدى البالغين (المسحة الوريدية).

لذلك يجب دائما أن يكون تقييم اللياقة اللاهوائية اللبنية من اللاكتات الدم وحدها نسبيا. إلى جانب المعلمات الأخرى ، إما الفسيولوجية مثل معدل ضربات القلب ، واستهلاك الأكسجين ، أو المعلمات المادية مثل الجري والسباحة والدواسة ، والنسبة المئوية لمنحدر جهاز المشي ومدة التمرين ،

قد يعكس اللاكتات في الدم تورط التحلل اللاهوائي أثناء التمرين أو بعده. سيجعل من الممكن تحديد: – منطقة انتقالية (أو عتبة) يبدأ منها اللاكتات في التراكم في الجسم مما يمثل الحد الفاصل بين التمثيل الغذائي اللاهوائي والهوائي.

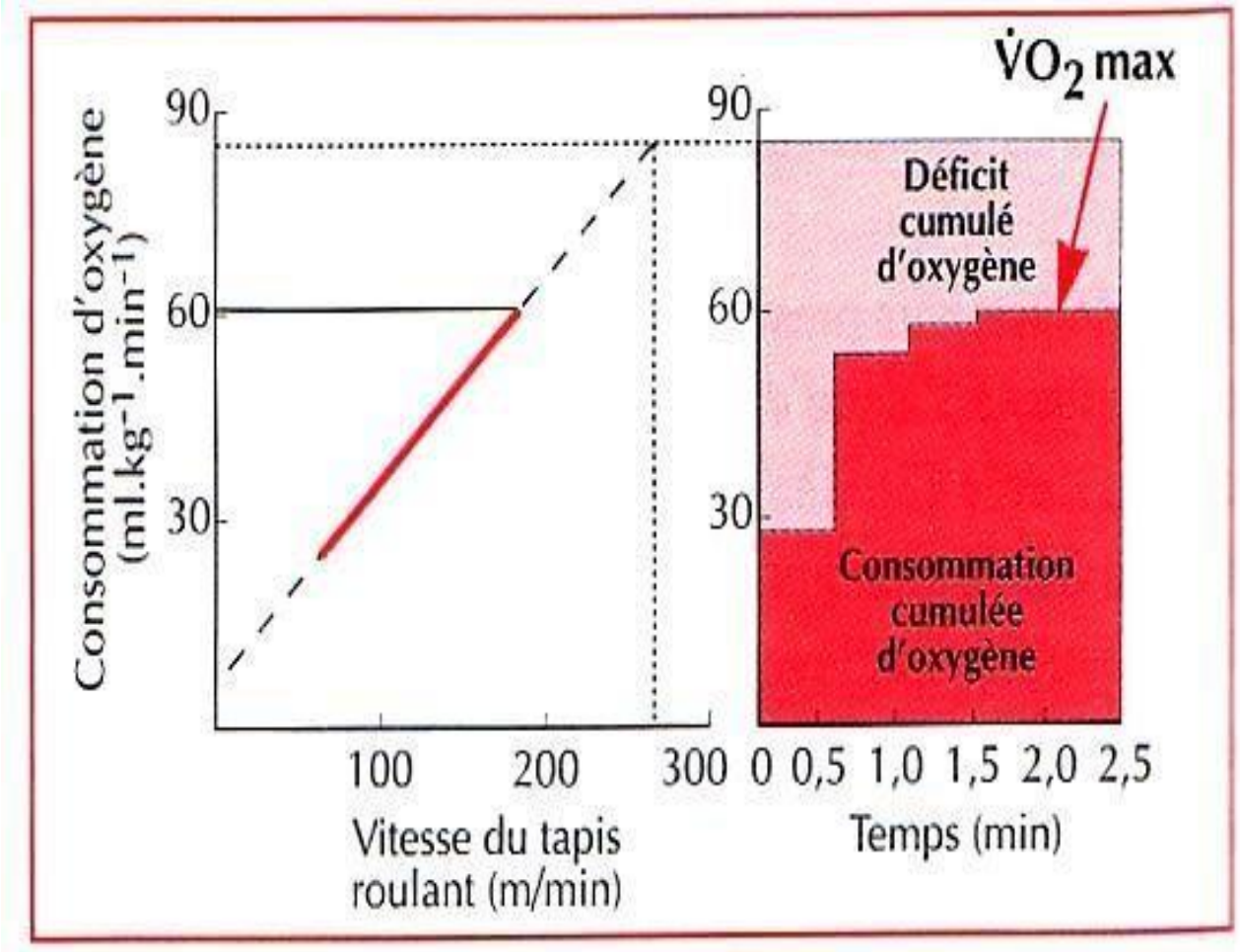
مع التدريب ، يحدث تراكم اللاكتات في الدم في وقت لاحق



الحد الأقصى لنقص الأكسجين (OD_{2max}). أو الحد الأقصى لنقص الأكسجين المتراكم (MAD)

من البداية وأثناء التمارين فوق القصوى المرهقة ، يتم توفير الطاقة: عن طريق التحلل المائي للفوسفاجين ، عن طريق استخدام احتياطيات الأكسجين (الميوغلوبين والهيموغلوبين) وتحلل السكر اللبني ، مما يؤدي إلى نقص الأكسجين الذي يجب سداده عندما يتوقف التمرين. غالبا ما يستخدم الحد الأقصى لنقص الأكسجين (أو OD2max) لتقييم اللياقة اللاهوائية أثناء التمارين فوق القصوى التي يتم إجراؤها على مقياس الدوران أو جهاز المشي.

معرفة الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (VO2max) للموضوع ، يتم إجباره على القيام بتمرين مرهق لمدة 2 دقيقة تقابل 120٪منقوتهأوسرعتهالتيتمالحصولعليهافي VO2max ،طوالمدةهذاالتمرين،يتمقياساستهلاك .O2 يتوافق DO2max معالفرقبيناستهلاكالأكسجينالنظريالمستنبطلكثافة 120٪والاستهلاكالمقاس



اختبارووينجيت

هذا الاختبار هو واحد من أكثر الاختبارات استخداما للشهادة على القوة اللاهوائية اللبنية.

إنها مسألة تنفيذ مقياس جهد الدراجة (ergocycle) في المختبر ، وهي مجهزة بنظام قياس الطاقة (Powertap ، SRM) ، يقوم الموضوع بالجلوس ، ويتم تطبيق العدو بأقصى كثافة لمدة 30 ثانية ضد قوة الاحتكاك (75 جم / كجم من وزن الجسم) على العجلة. (أي 6 كجم لموضوع 80 كجم).

يتكون البروتوكول من إحماء لمدة 5 دقائق ، تليها بقية دقيقة واحدة ، والموضوع لديه 4 ثوان للبدء ، ويجب عليه إعطاء الحد الأقصى له من البداية وخلال 30 ثانية. ثم يتم قياس متوسط قيم الطاقة والطاقة كل 5 ثوان

Figure 1. Test configuration for the Wingate Anaerobic test.

الاختبارات "الميدانية"

يجعل التحلل اللاهوائي من الممكن توفير عمل فوق أقصى حد ، والذي يفترض أنه الحماض العضلي القوي للغاية هو الذي من شأنه أن يؤدي إلى إعاقة وظيفية عضلية وبالتالي انخفاض في الأداء.
يقترح تقييم القوة استخدام اختبارات فوق الحد الأقصى لفترات تتراوح بين 30 و 50 ثانية. يفضل التحمل استخدام اختبارات المدة بين 2 و 3 دقائق. يجب ألا يقتصر العمل المقدم على مشاكل التعلم ، وبالتالي اختيار تمارين الإدراك البسيط أو جزء من التقنية المعتادة للمواضيع التي تم النظر فيها. يمكن أن يوفر إجمالي العمل المنجز والحد الأقصى للكثافة وانخفاض هذه الكثافة على التوالي معلومات عن قدرة النظام وقوته وقدرته على التحمل ؛

سباق المكوك

6 × 30s المكوك مع الانتعاش 25s

في هذه الحالة ، يتعلق الأمر بالركض في مكوكات من 5 ثم 10 ثم 15 ثم 20 مترا وهكذا ... تغطي أكبر مسافة في 30s. بعد الانتعاش السلبي لمدة 30 ثانية ، استأنف تشغيل المكوك الثاني وهكذا حتى ستة تكرارات. سجل المسافة المقطوعة في كل تكرار وحدد النسبة المئوية بين أسوأ اختبار والاختبار المعياري المسجل بشكل منفصل والذي يعمل في حد ذاته كأداء. ثلاثة عروض تجعل من الممكن تقييم اللياقة اللاهوائية للمواضيع: أفضل أداء ،والمسافة الإجمالية المقطوعة والنسبة المئوية التي تم الحصول عليها.

يتم الحصول على قيم مختلفة من خلال حساب هذه الصيغ مؤشر أداء اللبنيك

أسوأ أداء في 30 ثانية / أفضل أداء في 30 ثانية × 100

كلما اقترب هذا المؤشر من 100 ، كلما كان لدى الرياضي ملف تعريف قوي ومتجانس لحمض اللبنيك.

قوة اللاكتيك (م / ثانية) أفضل أداء / 30 سعة اللاكتيك (م / ثانية)

إضافة 6/6perfomrances ثم على 30

تهدف هذه القيم إلى:

1. تحديد مؤشر أداء اللاكتيك
2. تحديد مستوى الأداء في القدرة والقدرة اللبنية
3. إثبات قدرة الرياضي على التعافي من الجهد اللبني

حدث 500 مترليمون

اركض 500 متر على مسار ، تمت معايرته من 50 إلى 50 مترا ، بأعلى سرعة ممكنة. الوقت 2 وآخر 50 م.

اختبار الليمون هو طريقة للتدريب الرياضي الذي يقيم صفات اللاهوائية اللبنية. يتضمن الجري بأعلى سرعة لمسافة 500 متر على مسار محدد كل خمسين مترا. يتم توقيت الرياضي في الفاصل الزمني الثاني والأخير والفرق بين القراءتين (مضروبا في 10) يعطي مؤشرا على الإمكانات اللاهوائية اللبنية. يجب أن تكون النتيجة منخفضة قدر الإمكان.

من المسلم به أن الانخفاض الحاد في السرعة بين الاثنين 50 مترا يرتبط بتراكم لاكتيكي كبير في العضلات النشطة ، والتي من شأنها أن تشكل الحد اللاهوائي اللبني للموضوع.

مثل:

إذا كان الموضوع يدير الثاني 50 م في 6.9 " والأخير في 7.8 " ستكون درجاته: 7.8 – 6.9 = 0.9x10 = 9 نقاط

الأيض التأكسدي (الهوائي)

النظام التأكسدي هو الأكثر تعقيدا من بين الثلاثة ، والعمليات التي تتحلل بها الخلية من ركائز ، في وجود الأكسجين ، تشكل التنفس الخلوي. بما أن الأكسجين يستخدم ، فهي عملية هوائية.

يحدث الإنتاج التأكسدي ل ATP داخل الميتوكوندريا. في العضلات ، فهي قريبة من الليفات العضلية وتنتشر في جميع أنحاء السيتوبلازم

تتطلب التمارين طويلة المدة قدرا كبيرا من الطاقة. بالمقارنة مع النظامين اللاهوائيين ، يتمتع النظام الهوائي بكفاءة طاقة هائلة. وبالتالي فإن التمثيل الغذائي الهوائي هو المصدر الأساسي للطاقة أثناء ممارسة التحمل.

هذا يفترض أن الجسم قادر على تزويد العضلات النشطة بكل الأكسجين الذي تحتاجه ، من أجل تحطيم الكربوهيدرات أو الدهون. يعتمد ذلك على مدة الجهد وأيضا على الحالة الغذائية للرياضي

لممارسة المقاومة لمدة < 30 دقيقة ، يفضل استخدام الكربوهيدرات.

لممارسة التحمل > 30 دقيقة ، سيتم استخدام الدهون ، مما يوفر احتياطيات الجليكوجين ، والتي تكون منخفضة بشكل طبيعي.

البروتينات قادرة أيضا على لعب دور في عملية التمثيل الغذائي هذه ، فهي تشارك بعدة طرق: الإنزيمات ، نقل O2 و Co2 ، تقلص العضلات (البروتين المقلص)

أكسدة الكربوهيدرات

يلعب تحلل الجلوكوز دورا في إنتاج الأدينوسين الثلاثي الفوسفات الهوائي واللاهوائي. تحلل الجلوكوز نفسه هو نفسه سواء كان الأكسجين موجودا أم لا.

يحدد وجود الأكسجين مصير المنتج النهائي (حمض البيروفيك ، في وجود الأكسجين يتم تحويله إلى مركب يسمى أسيتيل–أنزيم A ، أسيتيل–CoA)

لذلك يحدث تحلل السكر ، الذي يعتبر المرحلة الأولى ، في السيتوبلازم ، ويوفر جزيئين ATP في كل مرة يتحلل فيها جزيء الجلوكوز إلى جزيئين من البيروفات ؛ والثاني يحدث في الميتوكوندريا ويتطلب الأكسجين. وحمض البيروفيك ، في وجود الأكسجين يتم تحويله إلى أسيتيل–CoA. بمجرد تشكيلها ، تدخل سلسلة معقدة من التفاعلات الكيميائية في دورة كريبس التي تسمح بالأكسدة الكاملة للأسيتيل–CoA إلى ثاني أكسيد الكربون والماء ، ويرافق ذلك

إنتاج 38 جزيء ATP. ومن ثم، فإن ثاني أكسيد الكربون هو أحد فضلات هذه المرحلة.

أكسدة الدهون

على الرغم من أن العديد من المركبات الكيميائية تنتمي إلى مجموعة الدهون ، إلا أن الدهون الثلاثية فقط هي مصادر حقيقية للطاقة ، ويتم تخزينها في ألياف العضلات والخلايا الدهنية وتشكل احتياطيا من 70000 إلى 75000 كيلو كالوري ، حتى في موضوع نحيل.

يجب تقسيم الدهون الثلاثية إلى مركباتها الأساسية (الأحماض الدهنية الحرة) ، وتسمى هذه العملية تحلل الدهون وتعمل بفضل عمل الإنزيمات: الليباز.

بمجرد إطلاق GLA ، يمر إلى مجرى الدم ويتم نقله في جميع أنحاء الجسم. تخترق ألياف العضلات عن طريق الانتشار.

تعتمد سرعة الاختراق بشكل مباشر على تدرج التركيز بين مقصورتي الدم والعضلات.

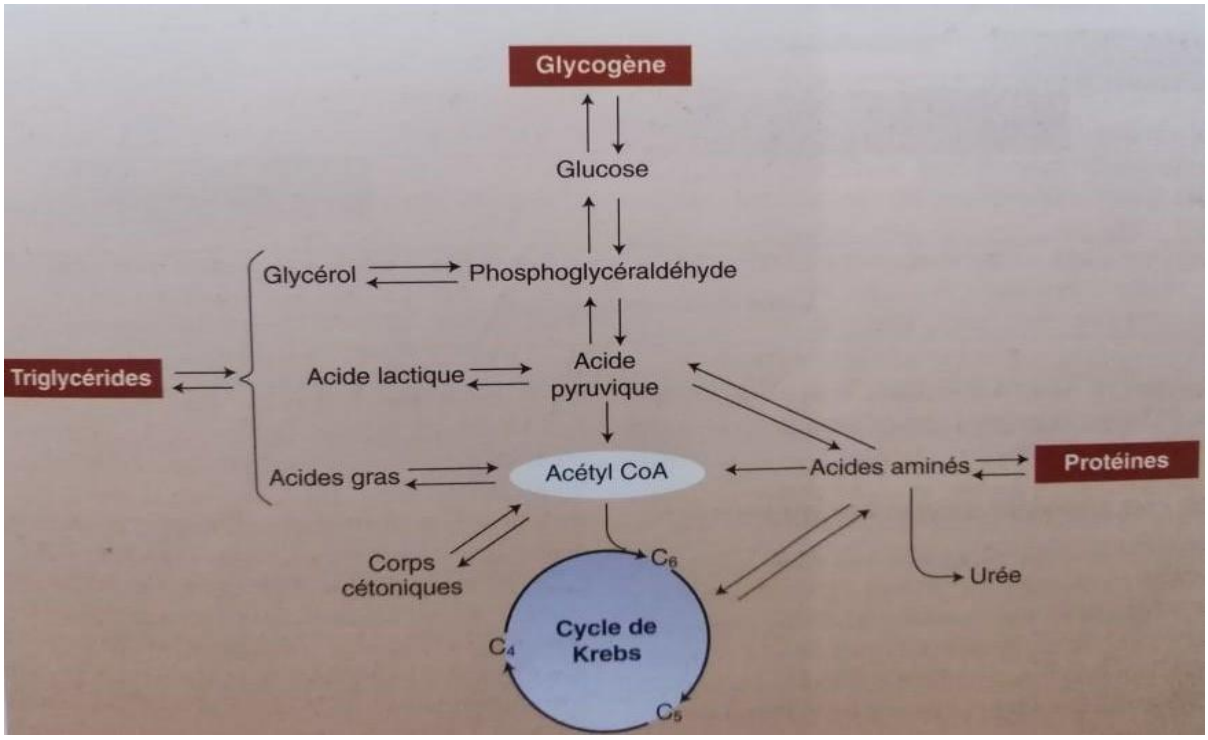
أكسدة البروتين

الكربوهيدرات والأحماض الدهنية هي الركائز المفضلة للجسم. ومع ذلك ، يتم استخدام البروتينات ، من خلال الأحماض الأمينية. يمكن تحويل عدد من الأحماض الأمينية إلى جلوكوز (استحداث السكر). يمكن تحويل البعض الآخر إلى مركبات وسيطة من التمثيل الغذائي التأكسدي.

الطاقة من البروتين ليست قابلة للقياس الكمي بسهولة مثل الطاقة من الكربوهيدرات أو الدهون ، لأن البروتين يحتوي أيضا على النيتروجين.

عند هدم الأحماض الأمينية، يستخدم بعض النيتروجين المنطلق لتكوين أحماض أمينية جديدة. لكن النيتروجين المتبقي لا يمكن أن يتأكسد من قبل الجسم. يتم تحويله إلى اليوريا

مفترق طرق التمثيل الغذائي المشترك بين الكربوهيدرات والدهون والبروتينات



تتضمن أكسدة الكربوهيدرات تحلل الجلوكوز ودورة كريبس. نواتج الأكسدة هي H2O وCo2 و38 أو 39 جزيئا من جزيئات ATP لكل جزيء من الكربوهيدرات.

تبدأ أكسدة الدهون بأكسدة β،وتحدثالخطوات التالية في دورة كريبس.

الطاقة التي توفرها أكسدة الدهون أكبر بكثير من تلك الناتجة عن أكسدة الكربوهيدرات.

أكسدة البروتينات أكثر تعقيدا لأنها تحتوي على نيتروجين لا يمكن أكسدته.

يساهم البروتين قليلا نسبيا في إمدادات الطاقة وغالبا ما يتم إهمال عملية التمثيل الغذائي.

تعتمد القدرة التأكسدية لعضلاتنا على معدلات نشاط الإنزيمات المؤكسدة ، وتصنيف الألياف العضلية وتوافر الأكسجين.

تقييم الأيض الهوائي

وتحديد الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (Vo_2كحد أقصى)

النظام التأكسدي هو الأكثر تعقيدا من بين الثلاثة ، والعمليات التي تتحلل بها الخلية من ركائز ، في وجود الأكسجين ، تشكل التنفس الخلوي. بما أن الأكسجين يستخدم ، فهي عملية هوائية.

يحدث الإنتاج التأكسدي ل ATP داخل الميتوكوندريا. في العضلات ، فهي قريبة من الليفات العضلية وتنتشر في جميع أنحاء السيتوبلازم

تتطلب التمارين طويلة المدة قدرا كبيرا من الطاقة. بالمقارنة مع النظامين اللاهوائيين ، يتمتع النظام الهوائي بكفاءة طاقة هائلة. وبالتالي فإن التمثيل الغذائي الهوائي هو المصدر الأساسي للطاقة أثناء ممارسة التحمل.

هذا يفترض أن الجسم قادر على تزويد العضلات النشطة بكل الأكسجين الذي تحتاجه ، من أجل تحطيم الكربوهيدرات أو الدهون. يعتمد ذلك على مدة الجهد وأيضا على الحالة الغذائية للرياضي

لممارسة المقاومة لمدة < 30 دقيقة ، يفضل استخدام الكربوهيدرات .

لممارسة التحمل > 30 دقيقة ، سيتم استخدام الدهون ، مما يوفر احتياطيات الجليكوجين ، والتي تكون منخفضة بشكل طبيعي.البروتينات قادرة أيضا على لعب دور في هذا التمثيل الغذائي ، فهي تشارك بعدة طرق: الإنزيمات ، نقل 2 O و Co2، تقلص العضلات (البروتين المقلص)

أكسدة الكربوهيدرات

يلعب تحلل الجلوكوز دورا في إنتاج الأدينوسين الثلاثي الفوسفات الهوائي واللاهوائي. تحلل الجلوكوز نفسه هو نفسه سواء كان الأكسجين موجودا أم لا.

يحدد وجود الأكسجين مصير المنتج النهائي (حمض البيروفيك ، في وجود الأكسجين يتم تحويله إلى مركب يسمى أسيتيل–أنزيم A ، أسيتيل–CoA)

لذلك يحدث تحلل السكر ، الذي يعتبر المرحلة الأولى ، في السيتوبلازم ، ويوفر جزيئين ATP في كل مرة يتحلل فيها جزيء الجلوكوز إلى جزيئين من البيروفات ؛

والثاني يحدث في الميتوكوندريا ويتطلب الأكسجين. وحمض البيروفيك ، في وجود الأكسجين يتم تحويله إلى أسيتيل–CoA. بمجرد تشكيلها ، تدخل سلسلة معقدة من التفاعلات الكيميائية في دورة كريبس التي تسمح بالأكسدة الكاملة للأسيتيل–CoA إلى ثاني أكسيد الكربون والماء ، ويرافق ذلك إنتاج 38 جزيء ATP. ومن ثم، فإن ثاني أكسيد الكربون هو أحد فضلات هذه المرحلة.

أكسدة الدهون

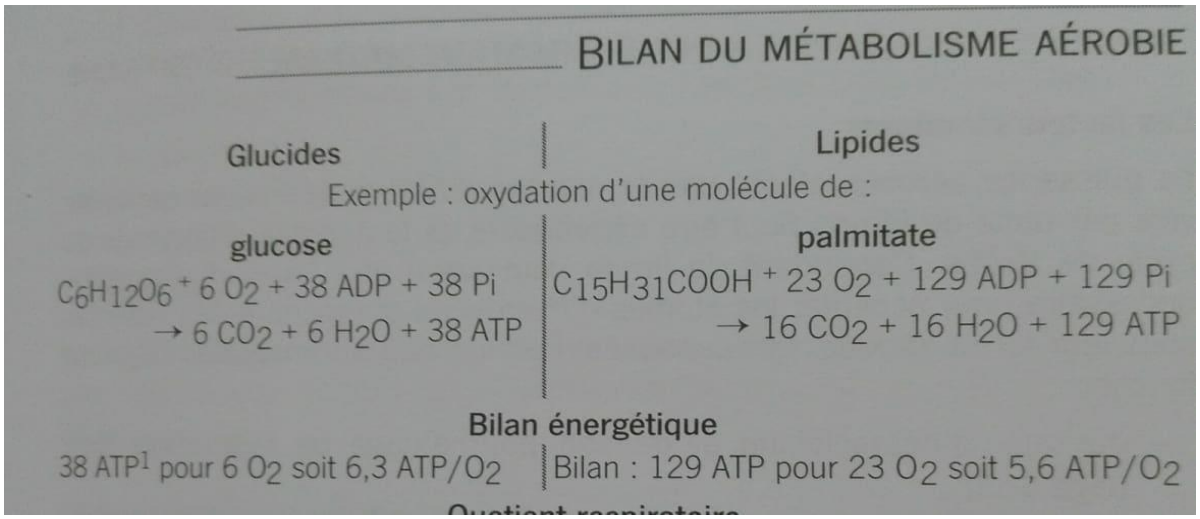
على الرغم من أن العديد من المركبات الكيميائية تنتمي إلى مجموعة الدهون ، إلا أن الدهون الثلاثية فقط هي مصادر حقيقية للطاقة ، ويتم تخزينها في ألياف العضلات والخلايا الدهنية وتشكل احتياطيا من

70000 إلى 75000 كيلو كالوري ، حتى في موضوع نحيل.

يجب تقسيم الدهون الثلاثية إلى مركباتها الأساسية (الأحماض الدهنية الحرة) ، وتسمى هذه العملية تحلل الدهون وتعمل بفضل عمل الإنزيمات: الليباز.

بمجرد إطلاق GLA ، يمر إلى مجرى الدم ويتم نقله في جميع أنحاء الجسم. تخترق ألياف العضلات عن طريق الانتشار.

تعتمد سرعة الاختراق بشكل مباشر على تدرج التركيز بين مقصورتي الدم والعضلات.



BILAN DU MÉTABOLISME AÉROBIE

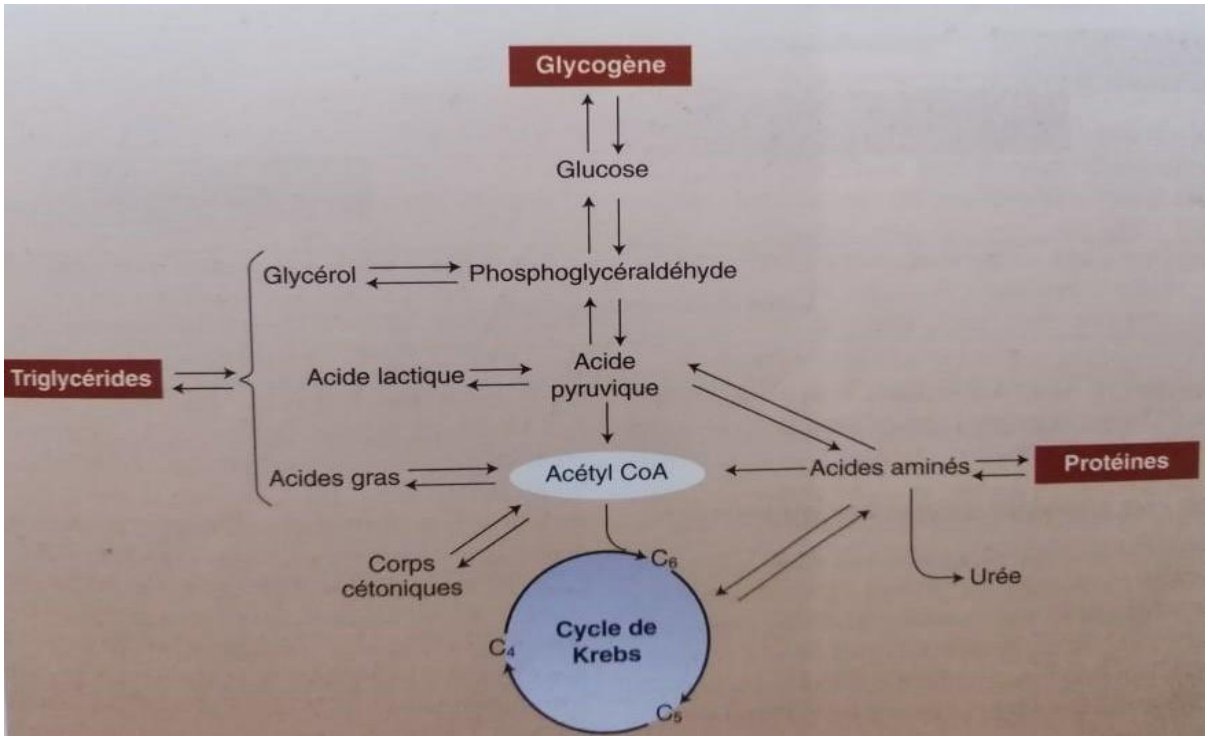
Glucides	Lipides
Exemple : oxydation d'une molécule de :	
glucose	palmitate
$C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 + 38\ ADP + 38\ Pi \rightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O + 38\ ATP$	$C_{15}H_{31}COOH + 23\ O_2 + 129\ ADP + 129\ Pi \rightarrow 16\ CO_2 + 16\ H_2O + 129\ ATP$
Bilan énergétique	
38 ATP[1] pour 6 O_2 soit 6,3 ATP/O_2	Bilan : 129 ATP pour 23 O_2 soit 5,6 ATP/O_2

أكسدة البروتين

الكربوهيدرات والأحماض الدهنية هي الركائز المفضلة للجسم. ومع ذلك ، يتم استخدام البروتينات ، من خلال الأحماض الأمينية. يمكن تحويل عدد من الأحماض الأمينية إلى جلوكوز (استحداث السكر). يمكن تحويل البعض الآخر إلى مركبات وسيطة من التمثيل الغذائي التأكسدي.

الطاقة من البروتين ليست قابلة للقياس الكمي بسهولة مثل الطاقة من الكربوهيدرات أو الدهون ، لأن البروتين يحتوي أيضا على النيتروجين.

عند هدم الأحماض الأمينية، يستخدم بعض النيتروجين المنطلق لتكوين أحماض أمينية جديدة. لكن النيتروجين المتبقي لا يمكن أن يتأكسد من قبل الجسم. يتم تحويله إلى اليوريا



مفترق طرق التمثيل الغذائي المشترك بين الكربوهيدرات والدهون والبروتينات

تتضمن أكسدة الكربوهيدرات تحلل الجلوكوز ودورة كريبس. نواتج الأكسدة هي H 2 O وCo2و38 أو 39 جزيء ATP لكل جزيء من الكربوهيدرات.

تبدأ أكسدة الدهون بأكسدة β،وتحدثالخطواتالتاليةفيدورةكريبس.

الطاقة التي توفرها أكسدة الدهون أكبر بكثير من أكسدة الكربوهيدرات.

أكسدة البروتينات أكثر تعقيدا لأنها تحتوي على نيتروجين لا يمكن أكسدته.

يساهم البروتين قليلا نسبيا في إمدادات الطاقة وغالبا ما يتم إهمال عملية التمثيل الغذائي.

تعتمد القدرة التأكسدية لعضلاتنا على معدلات نشاط الإنزيمات المؤكسدة ، وتصنيف الألياف العضلية وتوافر الأكسجين.

تقييم التمثيل الغذائي التأكسدي

وتحديد الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (Vo2max)

في المجال العلمي ، تم الاعتراف منذ فترة طويلة بالتحمل القلبي التنفسي كأحد العناصر الأساسية للياقة البدنية (AstrandandRodahl ، 1986).

بمعنى آخر ، إنها قدرة الجهاز التنفسي القلبي على الحفاظ على جهد طويل.

يذكر AstrandandRodahl (1986) أن V02max هو على الأرجح أهم محدد للتحمل الهوائي في الرياضة.

يتم تعريفه على أنه أعلى مستوى أكسجين يمكن أن يستهلكه الجسم ويستخدمه (باسيتوهاولي ، 2000).

الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (VO2max): هو الحد الأقصى لكمية الأكسجين التي يمكن للفرد استهلاكها لكل وحدة زمنية في ظل ظروف التمرين التي تلتمس نظام القلب والأوعية الدموية بشكل كامل.

بمعنى آخر ، هو إجمالي الأكسجين الذي يمكن للفرد استخدامه أثناء ممارسة الرياضة البدنية عالية الكثافة.

وبالتالي ، كلما زادت شدة النشاط ، زادت معدلات ضربات القلب واستخدام الأكسجين للرياضي.

في مرحلة ما ، لم يعد استهلاك الأكسجين للرياضي يزداد ، ويستقر ويستقر على الرغم من الزيادة في عبء العمل ، وبالتالي يصل إلى الحد الأقصى لحجم الأكسجين (Stolenetal. ، 2005)

أظهر عمل H.V. Hill (HillandLupton ، 1923) أن هناك حدا لاستهلاكO2 أثناء التمرين (في البشر) ، والذي يعرف بأنه الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين أو VO2 كحد أقصى. من المسلم به أن VO2max هو أفضل مقياس لتحديد الحد الوظيفي لنظام القلب والأوعية الدموية (Rowell ، 1974).

العوامل المحددة ل VO2max

قد تعتمد الطاقة الهوائية ، أي كمية ATP المعاد تصنيعها بواسطة هذا المسار لكل وحدة زمنية ، على كمية إنزيمات دورة كريبس ، ومع ذلك ، قد يكون الحد أيضا هو توفير الأكسجين اللازم لهذا المسار ، تعتمد قدرة الفرد على حملO2 على:

1. مستوى الهيموغلوبين والنسبة المئوية

– الحد الأقصى للنتاج القلبي ومعدل ضربات القلب

2. وتهوية الجهاز التنفسي

قياس VO2max

من أجل قياس V02max ، فإن الاختبارات المعملية هي الأكثر مباشرة ودقة. لذلك يوصى بإجراء اختبارات جهاز المشي ، للتحقق من البيانات الأقرب إلى المواقف الحقيقية في الرياضة (، .Stolenetal

2005).

ومع ذلك ، تتطلب هذه الاختبارات معدات محددة وتستخدم الكثير من الوقت. ولهذه الأسباب، اقترحت بعض الاختبارات الميدانية كبدائل عملية للتقييمات المختبرية، مثل اختبار المكوك 20 مترا، أو اختبار فاميفال، أو اختبار يويو (LegerandGadoury, 1989; كازورلا1990 ؛بانجسبو 2008).

يشيع استخدام هذه الاختبارات من قبل المدربين والمدربين البدنيين وعلماء الرياضة لتقييم القدرة الهوائية للاعبين أو الرياضيين.

إنه شاهد على قوة التمثيل الغذائي الهوائي ، ويتم التعبير عنه:

في القيمة المطلقة ، لتر / دقيقة ، وفي القيمة النسبية لكتلة الجسم مل / دقيقة / كجم.

متوسط القيم هي:

1. **في البشر** : 3 لتر / دقيقة أو حوالي 45–50 مل / دقيقة / كجم (65 = p كجم).
2. **في النساء:** 2–2.5 لتر / دقيقة أو حوالي 35–40 مل / دقيقة / كجم (ع = 50 كجم).
3. **القيم القصوى** (للرياضيين المتخصصين في تخصصات التحمل) هي:
4. **في البشر** : 5.5–6 لتر / دقيقة أو حوالي 90 مل / دقيقة / كجم (65 = p كجم).
5. **في النساء:** 4 لتر / دقيقة أو حوالي 75 مل / دقيقة / كجم (ع = 50 كجم).

ترتبط الأطراف العلوية بأقل VO2 كحد أقصى من تلك المقاسة على الأطراف السفلية (Tayloretal.، 1955; هيرمانسنوسالتين ، 1969).

تعتمد هذه القيم أيضا على :

1. الرياضة التي تمارس
2. الجيني
3. مستوى التدريب
4. جنس
5. عمر

VO_2كحد أقصى والعمر

معبرا عنها كقيمة مطلقة (لتر / دقيقة) ، يزداد الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين حتى مرحلة البلوغ ، ليصل إلى أعلى قيمة له في 20 عاما في المتوسط.

معبرا عنها كقيمة نسبية (ml.min–1.kg–1) ، لوحظ أعلى استهلاك أقصى للأكسجين في حوالي السنة العاشرة. يتناقص باطراد بعد ذلك في الموضوعات المستقرة.

المرحلة الأولى من البلوغ هي فترة حساسة لتحسينVO2max: في هذا الوقت يكون الجسم أكثر تقبلا لتأثيرات التدريب.

في نفس مستوى التدريب ،ينخفضmax VO 2 من –0.5 إلى –1 مل / دقيقة / كجم في السنة.

VO_2كحد أقصى ،PMA و VMA

الطاقة الهوائية القصوى (PMA): هذه هي القوة التي نطورها عندما نقوم بتمرين بكثافة عالية بما يكفي بحيث يصل استهلاكنا للأكسجين (VO2) إلى أعلى قيمة ممكنة ، أي الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين (VO2max).

الطاقة القصوى التي يطورها الموضوع عند VO2كحد أقصى ؛معبرا عنها بالواتس

السرعة الهوائية القصوى (VMA): هذه هي السرعة الدنيا للموضوع الذي يطلب VO2max.معبرا عنها بالكم/سا

تتكون الطرق المباشرة من القياس ، في المختبر (ergometer) أو في الميدان ، تبادل الغازات التنفسية.

بشكل عام ، يتم استخدام البروتوكولات المثلثة (المتزايدة أو المتصاعدة)1: تزداد قوة التمرين بزيادات من 1 إلى 2 دقيقة دون راحة بين المستويات المختلفة ، حتى يتم استنفاد الموضوع.

ثم يتم قياس VO2 بشكل مستمر أو في اللحظة الأخيرة من المحامل (قياس استهلاك الأكسجين عند آخر مستوى كامل)

1. **الطرق المباشرة**

قياس استهلاك الأكسجين حسب قوة العمل (عداء النخبة)

الاختبارات الهوائية القصوى

تتمثل هذه الطريقة في إعادة إنتاج بروتوكول القياس المباشر ل VO2max ، لتسجيل الطاقة التي تم تطويرها في الخطوة الأخيرة.

تعطي هذه القيمة سلطة النقد الفلسطينية ، مما يجعل من الممكن تقدير VO2كحد أقصى على أساس

الصيغة التالية:

VO_2max	=	(13,5	+	PMA	X	100)	/	poids
ml/min/kg				Watts				kg

ثقل	/ (100	X	أقل البلدان نموا (13,5	+	=	VO_2كحد أقصى
ك جم		واتس				مل / دقيقة / كجم

الاختبارات الهوائية دون القصوى (أستراند ، 1954)

تعتمد هذه الطرق على الارتباطات الإحصائية بين الفاعلية وFC و Vo2. إنها تجعل من الممكنتقدير Vo2max دون أن يصل الموضوع إلى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين. يمكن استقرائه من maxFC الموجود تقريبا حتى بالنسبة للسكان المتجانسين من نفس العمر (220 – العمر).

$$\%VO_2max=0,77\ XFC–48,6$$

1. الأحداث الميدانية

تعتمد هذه الطرق على تنظيم اختبار لاستقراءVo2max من القيم التي تم الحصول عليها.

1. اختبار كوبر

اختبار مستمر (مستطيل) يتكون من تشغيل أكبر مسافة ممكنة
في 12 دقيقة على مضمار ألعاب القوى. يتم تقدير الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين من المسافة ، من خلال المعادلة التالية:

VO_2max	=	22,351	X	d	- 11,288
ml/min/kg		km			

عيوب هذا الاختبار:

ترك السرعة لاختيار العداء حتى لا يكون بالضرورة منتظما (مشكلة إدارة الجهد ، خاصة بين المبتدئين) ؛ لا يمكن لمعظم الأشخاص الحفاظ على VO2بحد أقصى أكثر من 12 دقيقة (يقيس هذا الاختبار أيضا القدرة على التحمل الهوائي للموضوع).

ومن هنا جاء استخدام اختبار آخر: نصف كوبر

اختبار 5 دقائق لشامو وآخرون (1996)

اختبار مستطيل يتكون من تغطية أكبر مسافة ممكنة في 5 دقائق.

VMA (كم / ساعة) = المسافة (م) / 120.

اختبار موثوق به فقط للأشخاص المدربين يعرفون كيفية إدارة وتيرة الجري.

معادلة التنبؤ لمارغريا وآخرون (1975)

تقدير VO2max من حدث الجري بأقصى سرعة على مسافة أكبر من 1000 متر (بحيث يكون التمثيل الغذائي الهوائي هو السائد).

توفر Margaria معادلتين اعتمادا على المسافة المختارة (الاختلاف في مشاركة التمثيل الغذائي اللاهوائي):

إذا كان د > 5000 متر أو ر > 10 دقائق:

Sid <5000mou t<10min. : (d+30Xt)/5Xtml/min/kg = VO2max

+ 5VO2max t d =5(VO2max –6)X

اختبار ليجر باوتشر (1980)

اختبار مستوحى من البروتوكول الثلاثي لقياس VO2max في المختبر. يجب على المتسابقين اتباع السرعة المشار إليها بواسطة موسيقى تصويرية مسجلة مسبقا ، حيث يتم زيادة هذه السرعة بمقدار 1 كم / ساعة كل 2 دقيقة (من 8 كم / ساعة).

عند كل صوت ، من الضروري أن يتم وضعه على مستوى أحد المعالم الموضوعة كل 50 مترا على طول مسار 400 متر.

تتم مقاطعة الحدث عندما لا يتمكن الراكب من اتباع السرعة المفروضة (= لم يعد في المعيار).

ثم يتوافق VMA مع السرعة التي تم الوصول إليها عند رقم المحمل ويمكن استقراء Vo2max من المعادلة التالية (وفقا ل 1983 ، LégerandMercier):

V X 3,5 = VO2max

km/h ml/min/kg

(3.5 = تكلفة الطاقة القياسية أو المتوسطة بالمل من O2 المستهلكة لكل دقيقة وكجم من الوزن)

المتغيرات في Léger–Boucher:

سباق المكوك (1982) LégerandLambert: حدث يستمر بواسطة مكوكات ذهابا وإيابا ، بين مسمارين متباعدين بمسافة 20 مترا (سهولة الاستخدام ولكن التذكيرات المستمرة ضرورية).

): نفس بروتوكول Léger–Boucher ، لكن السرعة تزداد بمقدار 0.5 كم / ساعة كل دقيقة منذ 8.5 كم / ساعة (تم الحصول على VMA أكثر دقة).

اختبار برو (1985)

إنها مسألة اتباع راكب دراجة "أرنب" يتم فرض سرعته بصرامة شديدة (تردد الترس والدواسة). يتم زيادة السرعة من 0.25 إلى 0.30 كم / ساعة كل 30 بوصة حسب المستوى (سرعة البدء = 6.5 كم /

ساعة).

يتوافق VMA مع الخطوة الأخيرة المكتملة ، ويمكن تقدير VO2max وفقا لمعادلة LégerandMercier (1983):

VO2max =3,5X V

ml/min/kg km/h

اختبار 15/45 من جاكون (1994)

اختبار متقطع مبدأه هو تحقيق 45 "من الجهد ثم 15" من الانتعاش. إنها مسألة اجتياز سلسلة من المسافات المعطاة المقابلة لسرعة مفروضة تبلغ + في + عالية. تزداد السرعة بمقدار 0.5 كم / ساعة لكل دورة مدتها دقيقة واحدة.

عندما لا يصل العداء إلى علامة الأرض المفروضة، يتوقف ويلاحظ الهبوط. آخر ترس يتم الحفاظ عليه هو VMA.

الحوض الثاني من كازورلا (1990)

إنه اختبار متقطع بكثافة تدريجية مبدأه هو تحقيق خطوات 3 دقائق مفصولة بفاصل راحة قدره 1 دقيقة على مسار يتميز بالأزرار كل 20 مترا.

التقدم هو 8 ، 10 ، 12 كم / ساعة ، ثم

13, 14, 15, 16, 17, 18... كم / ساعة.

يمثل التأخير في 3 أو 4 أزرار متتالية نهاية الاختبار.

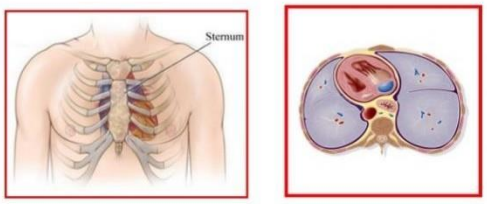
المحور الرابع:

فسيولوجية الجهاز القلبي أثناء الجهد البدني

تشريح القلب

يحتل نظام القلب والأوعية الدموية مكانا أساسيا داخل الجسم لأنه ضروري للتشغيل السليم لجميع الأنظمة الأخرى.

Situation du coeur



- **التشريح الخارجي**

القلب هرمي الشكل الثلاثي،

وهي تقع في الصدر ، بين الرئتين.

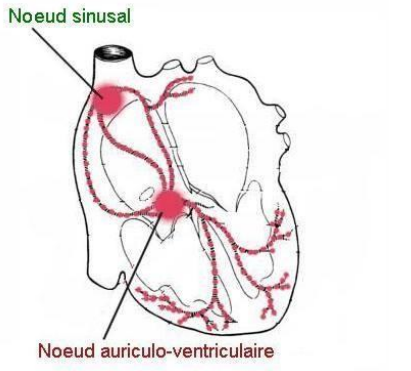
يقع على الحجاب الحاجز في المنصف الأمامي. خلف القص. وأمام العمود الفقري. يزداد وزن القلب تدريجيا مع تقدم العمر ، في المتوسط عند الرجال هو 270 غرام و 260 غرام في النساء.

- **التشريح الداخلي**

ينقسم القلب إلى 4 غرف بواسطة حاجز عمودي وقسم أفقي: 2 تجاويف علوية: الأذينين وغرفتين سفليتين: البطينين. يفصل بين الأذينين الحاجز بين الأذينين. يتم فصل البطينين عن طريق الحاجز الداخلي. يتصل الأذينان بالبطينين من خلال الفتحات الأذينية البطينية. وبالتالي يوجد قلب أيمن يتكون من أذين أيمن وبطين متصلين بفتحة ثلاثية الشرف وقلب أيسر يتكون من أذين وبطين أيسر يتصل بفتحة تاجية.

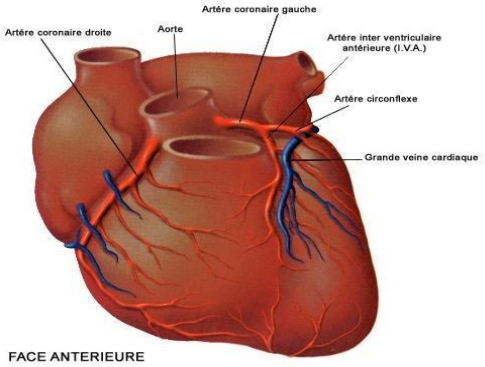
- **النسيج العقدي**

النسيج العقدي هو نسيج القلب داخل الجداري الذي يؤدي إلى وتوصيل النبضات الكهربائية التي تسبب تقلص عضلة القلب. وهو يتألف من العقدة الجيبية الأذينية المسماة كيث وفلاك الموجودة في جدار الأذين الأيمن على مستوى فم الوريد الأجوف العلوي. وهو متصل عن طريق حزم من الألياف تنتقل في جدار الأذين الأيمن عند العقدة الأذينيةالبطينية تسمى أشوف تاوارا عند تقاطع الأذين الأيمن والبطين ، بالقرب من صمام الحاجز ثلاثي الشرف وفم الجيب التاجي. من هذه العقدة يولد جذع حزمة له والتي تنقسم إلى 2 فروع اليمين واليسار المقصود على التوالي وعبر شبكة Purkinjeلتقلص عضلة القلب من البطين الأيمن والأيسر.



الأوعية الدموية لعضلة القلب :

شبكة الشريان التاجي يتوافق الدوران التاجي مع الدورة الدموية الشريانية (يتم ضمان الدورة الدموية الشريانية بواسطة الشرايين التاجية التي يوجد منها اثنان) والوريدية الجهازية الخاصة بالقلب.

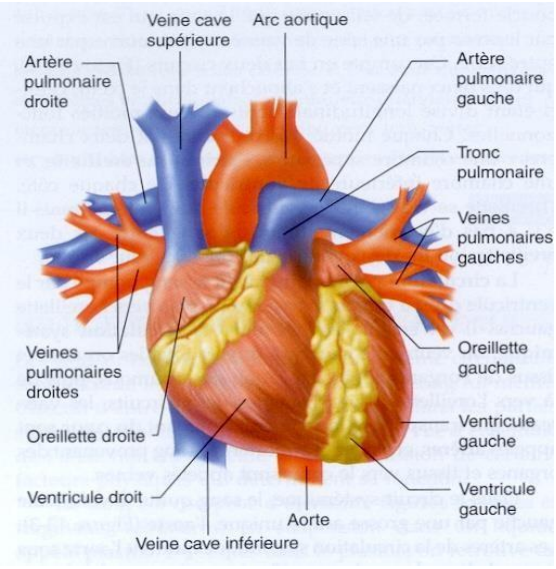


فسيولوجيا القلب والأوعية الدموية

يضمن نظام القلب والأوعية الدموية الدورة الدموية لنقل الأكسجين والمواد المغذية إلى الخلايا وإخلاء النفايات للحفاظ على التمثيل الغذائي العام.

الفسيولوجيا العامة

من الناحية التخطيطية ، يتكون نظام القلب والأوعية الدموية من مضخة بديلة (القلب) ، وشبكة توزيع عالية الضغط (الشرايين) حيث يتم إخراج الدم إلى الشريان الأورطي ، ودائرة عودة منخفضة الضغط إلى القلب (الأوردة) ، والوريد الأجوف العلوي يجلب الدم الوريدي من الجزء العلوي من الجسم والوريد الأجوف السفلي يستنزف الدم الوريدي من الجزء السفلي من الجسم ، ومن دائرة من الأوعية الصغيرة التي تحدث فيها التبادلات (الشعيرات الدموية)

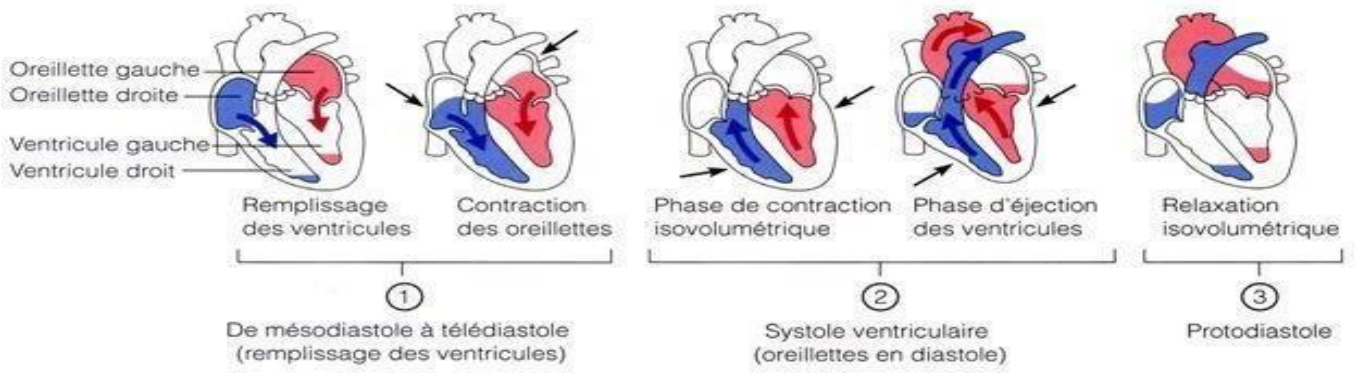


– الانقباض والانبساط

تسمى مرحلة الدورة التي تنقبض خلالها عضلة القلب الانقباض ، وهي المرحلة التي تسترخي خلالها ، الانبساط. وبالتالي هناك انقباضات أذينية يمينية ويسارية (تليها انبساطات) ، متزامنة تقريبا ، وانباضات البطين الأيمن والأيسر (تليها انبساطات) ، متزامنة تقريبا. من ناحية أخرى ، فإن الأنشطة الأذينية والبطينية ليست متزامنة: تسبق الأنشطة الأذينية الأنشطة الكهربائية البطينية بكسور من الثانية. في الممارسة الشائعة ، نتحدث عن انقباض أو انبساط "قلبي" لتعيين الانقباض أو الانبساط البطيني ، بما في ذلك تقلص أو استرخاء كلا البطيني

الدورة القلبية

تتكون دورة القلب من فترتين: واحدة تسترخي خلالها عضلة القلب وتمتلئ بالدم ، تليها فترة من الانقباض القوي وضخ الدم. بعد الإفراغ ، يرتاح القلب على الفور ويتوسع ليتلقى اندفاعا آخر للدم من الرئتين وأجهزة الجسم الأخرى ، قبل أن ينقبض مرة أخرى لضخ الدم إلى الرئتين وتلك الأنظمة. يجب توسيع القلب الذي يعمل بشكل طبيعي بالكامل قبل أن يتمكن من الضخ بفعالية مرة أخرى. بافتراض وجود قلب سليم وإيقاع نموذجي من 70 إلى 75 نبضة في الدقيقة ، تستغرق كل دورة قلب أو نبضة قلب حوالي 0.8 ثانية لإكمال الدورة.



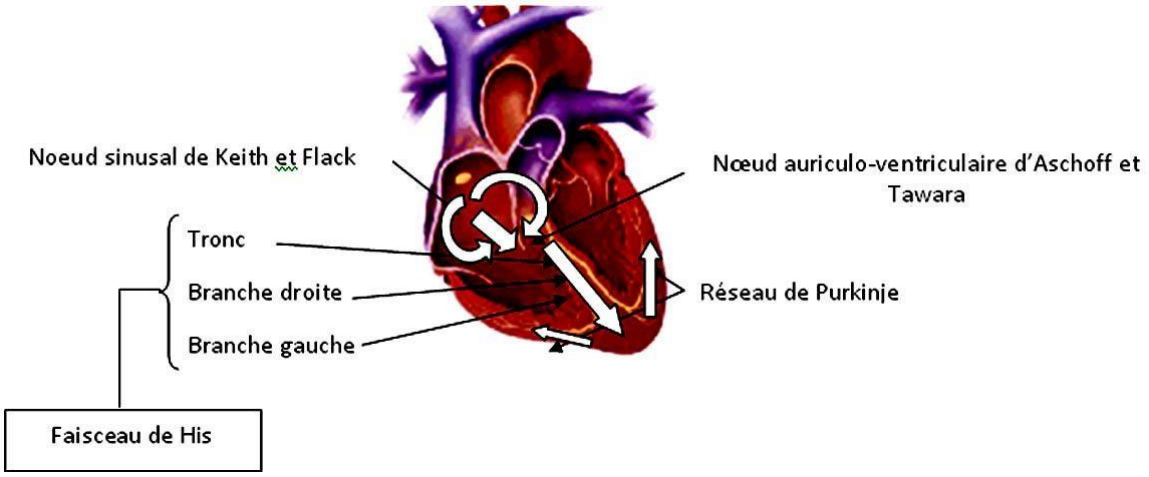
النشاط الكهربائي للقلب: التلقائية والتوصيل

تتمتع عضلة القلب التي تسمى عضلة القلب بالأتمتة: فهي تحتوي على خلايا عقدية لها خاصية إنتاج نشاط كهربائي متكرر عفوي. كل هذه الخلايا تشكل النسيج العقدي ، والذي ينتج بالتالي نبضات كهربائية تؤدي إلى تقلص عضلة القلب.

يحتوي النسيج العقدي على مجموعة خلايا أولى تقع في الجدار الأذيني الأيمن العلوي: العقدة الجيبية لكيث وفلاك (وتسمى أيضا الأذين الصيني). إنه يولد تلقائيا إمكانات عمل ، بتردد يتم تعديله باستمرار وفقا لاحتياجات الجسم ، مما يتسبب في إزالة الاستقطاب الذي ينتشر من الخلية العضلية إلى الخلية العضلية في الجدران الأذينية اليمنى واليسرى مما يتسبب في تقلص الأذين قبل التعثر في العقدة الثانية. يتم فرض تواتر إزالة استقطاب العقدة الجيبية (بين 60 و 100 نبضة في الدقيقة) على الأنسجة العقدية بأكملها.

يتم ترحيل التحفيز بواسطة مجموعة ثانية من الخلايا العضلية التلقائية: العقدة الأذينية البطينية ل Aschoff و Tawara ، والتي تتمتع أيضا بالأتمتة والتي لها تردد أقل من التحفيز التلقائي لإمكانات الفعل ، بحيث تصل إزالة الاستقطاب القادمة من العقدة الجيبية إليها قبل ظهور إمكانات عملها التلقائية.

من العقدة الأذينيةالبطينية ، تضمن شبكة من الخلايا العضلية التلقائية التوصيل السريع لإزالة الاستقطاب إلى عضلة القلب البطينية بأكملها ، بواسطة حزمة من له : فروع الجذع واليمين واليسار (نفسها مقسمة إلىهيمي اليسار الفروع الأمامية والخلفية) ثم ألياف Purkinje. يتم إزالة استقطاب الحاجز بين البطينين من اليسار إلى اليمين ثم البطينين في الشغاف إلى عضلة القلب. يحدث انقباض البطينين بعد أجزاء قليلة من الثانية من تقلص الأذينين، بالنظر إلى وقت انتشار موجة إزالة الاستقطاب.



يمكن دراسة النشاط الكهربائي للقلب بشكل أكثر دقة من خلال فحص يسمح بتسجيله من أقطاب كهربائية موصلة موضوعة على سطح الجلد.

وظيفة القلب

إن "الخدمة التي يقدمها" القلب لجميع الأعضاء والأنسجة هي تدفق الدم ، ويجب توفير هذا التدفق تحت ضغط معين ، مما يسمح بتعديل توزيع الدم في كل عضو وفقا لاحتياجاته الخاصة دون المساس بالتوازن العام. بفضل هذا الإنتاجية ، يتم تنفيذ الوظائف التالية:

- ✓ إمدادات الأكسجين من المواد الغذائية
- ✓ إزالة ثاني أكسيد الكربون والنفايات الأيضية
- ✓ نقل الهرمونات من الغدد الصماء إلى الأعضاء المستهدفة
- ✓ التنظيم الحراري
- ✓ تنظيم التوازن الحمضي القاعدي للجسم وسوائل الجسم
- ✓ وظائف المناعة

التكيف مع الجهد

أثناء التمرين ، تزداد متطلبات الأكسجين. في الجهد 2 آليات ستجعل من الممكن زيادة إمدادات الأكسجين إلى العضلات: زيادة تدفق الدم من العضلات ، وزيادة استخراج الأكسجين من قبل عضلة الدم التي الأوعية الدموية عليه.

يمكن تحسين هذا التكيف العضلي من خلال التدريب البدني المنتظم.

الآليات التنظيمية

لتنظيم نظام القلب والأوعية الدموية وفقا للظروف الفسيولوجية ، تتدخل العديد من الآليات العصبية و / أو الخلطية بما في ذلك:

- الجهاز العصبي المركزي
- الجهاز العصبي الودي الذي يزيد تحفيزه من معدل ضربات القلب وانقباض عضلة القلب
- الجهاز العصبي الباراسمبثاوي الذي يكون تأثيره معاكسا للجهاز العصبي السمبثاوي

دم

يجب أن تنتشر المواد المنتجة للطاقة المستخرجة من الطعام عن طريق الجهاز الهضمي والأكسجين المستخرج من الهواء بواسطة الجهاز التنفسي في الجسم في أسرع وقت ممكن، انها الدممن ينجز ذلك عمل مدعومب القلب وتعميم في الأوعية في جميع أنحاء الجسم، يغذي الدم وينظف ويدافع عن جميع الأنسجة والأجهزة من ناجسم.

استجابات القلب والأوعية الدموية لممارسة الرياضة

عند ممارسة الرياضة، تستهلك العضلات النشطة ركائز أكسجين وطاقة أكثر بكثير. يتم تنشيط عمليات التمثيل الغذائي وتوليد المنتجات الثانوية التي يجب القضاء عليها.

ثم يتطلب التمرين أن يكون نظام القلب والأوعية الدموية موضوعا لتعديلات مختلفة ومحددة. جميعها لها هدف واحد: تمكين نظام القلب والأوعية الدموية من تلبية الزيادة في الاحتياجات على أفضل وجه، من خلال تحسين ظروف النقل.

وستتعلق هذه التعديلات بما يلي:

معدل ضربات القلب ;

حجم القذف الانقباضي.

النتاج القلبي ;

تدفق الدم ;

ضغط الدم;

دم.

معدل ضربات القلب

معدل ضربات القلب (HR) هو واحد من أسهل المعلمات القلبية الوعائية لقياس. فقط خذ نبضك في الشريان الكعبري أو الشريان السباتي، يعكس معدل ضربات القلب العمل الذي يجب أن يقوم به القلب لتلبية الاحتياجات المتزايدة التي تفرضها التمرين. لتحقيق ذلك، ما عليك سوى مقارنة معدلات ضربات القلب أثناء الراحة وممارسة الرياضة.

يمكن أن يختلف هذا التردد مع العديد من العوامل – العمر – النوم – الرياضيين – إلخ.

معدل ضربات القلب أثناء الراحة

يبلغ معدل ضربات القلب أثناء الراحة حوالي 60 و80 خفاشا / دقيقة. في الأشخاص غير النشطين تماما في منتصف العمر، يمكن أن يصل إلى 100 نبضة في الدقيقة.

في الرياضيين الدائمين للغاية، تم الإبلاغ عن قيم تتراوح من 28 إلى 40 نبضة في الدقيقة.

بشكل عام، ينخفض معدل ضربات القلب أثناء الراحة مع تقدم العمر، ويمكن أن يختلف أيضا باختلاف الظروف البيئية. هذه هي الطريقة التي تزداد بها مع درجة الحرارة المحيطة والارتفاع.

لتحديد معدل ضربات القلب أثناء الراحة بأكبر قدر ممكن من الدقة، يجب قياسه في ظل ظروف الاسترخاء التام، أي في الصباح عند الاستيقاظ. لا يمكن أن تعكس قيم معدل ضربات القلب التي تم قياسها قبل التمرين معدل ضربات القلب أثناء الراحة

الحد الأقصى لمعدل ضربات القلب.

عند ممارسة معدل ضربات القلب يزيد بسرعة، بالقرب من الحد الأقصى، تنخفض هذه الزيادة ثم تلغي. تم الوصول إلى الحد الأقصى لمعدل ضربات القلب.

القيمة المقاسة هي أعلى قيمة يمكن تحقيقها في أقصى قدر من التمرين.

هذه قيمة مستقرة نسبيا تتغير قليلا من سنة إلى أخرى.

يتكون الجهاز القلبي من القلب والأوعية الدموية (الشرايين، الأوردة، والشعيرات الدموية) ويعمل على نقل الدم الغني بالأكسجين والمواد الغذائية إلى الأنسجة، وطرد الفضلات مثل ثاني أكسيد الكربون.

أهمية الجهاز القلبي في الأداء الرياضي :

يعتبر الجهاز القلبي من العناصر الأساسية التي تؤثر على الأداء الرياضي، حيث يسهم في تلبية احتياجات الجسم المتزايدة من الأكسجين والطاقة أثناء الجهد البدني.

التركيب والوظيفة الأساسية للجهاز القلبي

القلب:

يتكون القلب من أربع غرف: الأذين الأيمن، الأذين الأيسر، البطين الأيمن، والبطين الأيسر.

يعمل القلب كمضخة، حيث يضخ الدم المحمل بالأكسجين من البطين الأيسر إلى الجسم، بينما يعيد الدم الغني بثاني أكسيد الكربون من الجسم إلى الأذين الأيمن.

الأوعية الدموية:

الشرايين :تحمل الدم من القلب إلى الأنسجة، وتتميز بجدرانها السميكة ومرونتها.

الأوردة :تعيد الدم من الأنسجة إلى القلب، وتحتوي على صمامات لمنع الرجوع.

الشعيرات الدموية :تعتبر مواقع تبادل الغازات والمواد الغذائية بين الدم والأنسجة.

تأثير الجهد البدني على الجهاز القلبي

زيادة معدل ضربات القلب(Heart Rate)

آلية الزيادة: أثناء الجهد البدني، يزداد معدل ضربات القلب استجابةً لإشارات من الجهاز العصبي (نظام السمبثاوي) وهرمونات مثل الأدرينالين.

يمكن أن يصل معدل ضربات القلب إلى 85–95% من الحد الأقصى في الأنشطة الشديدة.

التكيفات:

مع التدريب المنتظم، يتحسن معدل ضربات القلب في حالة الراحة، مما يدل على كفاءة القلب المتزايدة.

2.2.زيادة حجم الضخ(Stroke Volume)

تعريف حجم الضخ :هو كمية الدم التي يضخها القلب في كل انقباضة.

زيادة حجم الضخ:

مع التدريب، يحدث تضخم في عضلة القلب(Hypertrophy) ، مما يزيد من حجم الضخ.

حجم الضخ يمكن أن يتزايد بمقدار 40–60% لدى الرياضيين المدربين.

2.3.تحسين سعة القلب(Cardiac Output)

تعريف السعة القلبية :هي كمية الدم التي يضخها القلب في الدقيقة وتُحسب كالتالي Cardiac Output=Heart Rate×Stroke Volume :

أهمية التحسين:

تحسين السعة القلبية يعني تحسين قدرة الجسم على تلبية احتياجات الأكسجين خلال الجهد البدني.

التكيفات الفسيولوجية للجهاز القلبي

1.زيادة عدد الشعيرات الدموية

دور الشعيرات الدموية :تسهل تبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الدم والأنسجة.

التكيفات :زيادة عدد الشعيرات الدموية في العضلات النشطة يعزز من كفاءة الأكسجة.

2.تحسين كفاءة الأوعية الدموية

مرونة الأوعية :مع التدريب، تصبح الأوعية الدموية أكثر مرونة، مما يسهل تدفق الدم وتقليل الضغط على جدران الأوعية.

تأثيرات على ضغط الدم :التدريب المنتظم يمكن أن يقلل من ضغط الدم في حالة الراحة، مما يقلل من خطر الإصابة بأمراض القلب.

4.التأثيرات النفسية والهرمونية

الإجهاد والتوتر :يؤثر الإجهاد على الجهاز القلبي، مما يؤدي إلى زيادة مستوى الأدرينالين، وبالتالي زيادة معدل ضربات القلب.

تأثير التمارين على الحالة النفسية :التمارين الرياضية تحسن من الحالة النفسية وتقلل من القلق والاكتئاب، مما ينعكس إيجابًا على الأداء القلبي.

يؤدي نظام القلب والأوعية الدموية عددًا من الوظائف المهمة في الجسم ويدعم جميع الأنظمة الفسيولوجية الأخرى. يمكن تصنيف وظائف القلب والأوعية الدموية الرئيسية في ست فئات:

• توصيل الأكسجين والعناصر الغذائية الأخرى • إزالة ثاني أكسيد الكربون والنفايات الأيضية الأخرى نقل الهرمونات والجزيئات الأخرى

• دعم التنظيم الحراري والتحكم في توازن الماء

• الحفاظ على التوازن الحمض ي القاعدي • تنظيم وظائف المناعة

يقوم نظام القلب والأوعية الدموية بتوصيل الأكسجين والمغذيات لجميع خلايا الجسم ويزيل ثاني أكسيد الكربون والنفايات الأيضية منها. ينقل الهرمونات من الغدد الصماء إلى مستقبلاتها المستهدفة. يدعم نظام القلب والأوعية الدموية تنظيم درجة حرارة الجسم، وتساعد قدرات التخزين المؤقت للدم على التحكم في درجة حموضة الجسم. يحافظ نظام القلب والأوعية الدموية على توازن مناسب للسوائل في جميع أجزاء سوائل الجسم ويساعد على منع العدوى من غزو الكائنات الحية. على الرغم من أن هذه ليست سوى قائمة مختصرة من الأدوار، إلا أن وظائف القلب والأوعية الدموية المدرجة هنا مهمة لفهم الأسس الفسيولوجية للرياضة. من الواضح أن هذه الأدوار تتغير وتصبح أكثر أهمية مع التحديات التي تفرضها التمارين. تعتمد جميع الوظائف الفسيولوجية وجميع خلايا الجسم تقريبًا بطريقة ما على نظام القلب والأوعية الدموية.

يتطلب أي نظام تداول ثلاثة عناصر:

- مضخة(القلب)

نظام من القنوات أو الأنابيب (الأوعية الدموية) وسط سائل (دم)ا كافيًا لسحب الدم عبر الشبكة المستمرة للأوعية من أجل الحفاظ على تدفق الدم، يجب أن يولد القلب ضغط

الدموية في نظام الحلقة المغلقة. وبالتالي، فإن الهدف الرئيس ي لنظام القلب والأوعية الدموية هو ضمان تدفق دم كافٍ في جميع أنحاء الدورة الدموية لتلبية متطلبات التمثيل الغذائي للأنسجة.

-1- النبض القلبي:

قياس النبض وتحديد اذ ا كان معدل ضربات القلب يقع في المعدلات التي يمكن الاستفادة منها في تحمل كل من الجهاز الدوري والتنفس وحسب العمر والحالة الصحية للفرد، ودرجة اللياقة البدنية.

وبما ان نبضات القلب في كل الاحيان تقاس مثل عدد ضربات او دقات القلب في الدقيقة ، والذي يمكن الاحساس به وقياسه عندما تضع يدك في اعلى جهة من الصدر على القلب جهة اليسار ، ولما لهذه الطريقة من صعوبة وعدم القدرة على الاحساس بنبضات القلب لارتداء الملابس لذا من الافضل اتباع الطريقة البسيطة التي معدل ضربات القلب بالدقة مع وضع الابهام على الذقن وباقي الاصابع توضع على جانب الرقبة فوق الشريان السباتي امام الحزام الموازي لمجرى العضلة القصية الترقوية الحلمية وهناك مناطق اخرى يمكن قياس النبض بنجاح مثل الرسغ او المعصم

جهة الابهام او في تجويف المرفق (الكوع) في جهة الجسم وكذلك المنطقة الاربية يعطي نفس النبضويتم قياس النبض باستعمال ساعة يد والتي تكون عقارب الثواني فيها واضح، ولأخذ النبض من معصم اليد يفضل مسك الساعة باليد اليسرى مع رفع راحة اليد لأعلى ، ثم تقبض اليد اليمنى على معصم اليد اليسرى وباستخدام اول اصبعي اليد اليمنى

مصدر النبض في المعصم اليد اليسرى اسفل قاعدة الابهام في اليد اليسرى ولأخذ النبض من منطقة الرقبة ضع اصبعي احدى اليدين علىجهة واحده من الرقبة (كما شرحنا سابقا) وابدأ في عدد النبضا. ومعدل النبض بالنسبة للرجال ما بين 70 85 نبضه في الدقيقة ولكن معدل النبض للإناث يكون اسرع ويقع ما بين75–90نبضة في الدقيقة.

2– كيفية تحديد النبض القلبي FC القيام بأي تمارين مهما كانت خطة المنتمي إليها فلا بد على المدرب أن يراقب حدود هذا التمرين إلى أي حد يمكن للاعب أن يصل إليه. ففي هذا الإطار لا يوجد حل إلا في النبضات القلبية التي تسمح للاعب بمعرفة حدوده البدنية مع أي خطة يريد تطويرها فهناك ثلاثة نبضات عبأ التمارين والحدود التي يجب أنلا نتخطاها.

3– تحديد نبضات القلب الخاصة بالراحة FC Repos

تبلغ ضربات القلب في الراحة أعلى مستوى لها لدى المولود حديثاً ثم تتناقص بالتدريج مع التقدم في العمر، فعلى سبيل المثال، يبلغ معدل ضربات القلب في الراحة لدى الطفل في 110 ضربة في الدقيقة، ثم تنخفض تدريجياً مع التقدم في العمر عمر 4 سنوات من 100/ 80 ضربة في الدقيقة لدى الشخص السليم غير الرياضي في د لتصل إلى ما يعادل 70 العشرين من عمره. ويعني ذلك أن القلب يدفع كمية محددة من الدم تبلغ حوالي 60 مليلتر للذكر البالغ المتوسط الحجم في كل ضربة من ضرباته. وبحسابمجم لعدد ضربات القلب في الراحة لدى الشخص السليم نجد أنها تتجاوز 100 ألف ضربة في اليوم الواحد) أي أكثر من 37 مليون ضربة في السنة. (ويوضح الشكل البياني رقم (1) معدلات ضربات القلب في Basal الراحة أثناء كل من الجلوس مقارنة بالاستلقاء) في الصباح الباكر قبل مغادرة الفراش لدنا لأطفال من عمر 4 سنوات حت سنالرشد، والمعدلات الموضحة في الشكل.

هي تؤخذ هذه النبضات عندما ينهض اللاعب صباحا من نومه عادة لاعب كرة القدم يسجلون CF repos ما بين btm48و btm 59 ذلك حسب المنصب الذي ينشط فيه اللاعب فإذا كان مهاجما نبضاته تختلف على الذي ينشط فيه وسط الميدان.

تحديد نبضات القلب أثناء الاستلقاء والجلوس

4– تحديد نبضات القلب القصوى "العتبة" FC Max

يعد معدل ضربات القلب من المؤشرات المهمة التي يمكن من خلالها الاستدلال على شدة العبء الملقى على الجسم أثناء الجهد البدني. فضربات القلب ترتفع بصورة مطردة مع زيادة الجهد البدني، إلى أنتصل أقصى معدل لها أثناء الجهد البدني الأقصى وفي المعتاد فإن معدل ضربات القلب القصوى تصل لدى الشاب السليم إلى حوالي 200 ضربة في الدقيقة. ومع التقدم في العمر، خاصة بعد العشرينيات من العمر، تنخفض ضربات القلب القصوى تدريجياً وبمعدل يصل إلى حوالي ضربة في الدقيقة كل سنة . أي حوالي 10 ضربات في كل عقد من الزمن . ويوضح الجدول رقم (6) وصفاً

لمعدلات ضربات القلب القصوى لدى مجموعات من السعوديين الذكور الذين أجري لهم اختبار الجهد البدني التدرجي الأقصى في مختبر فسيولوجيا الجهد البدني بجامعة الملك سعود، سواء باستخدام السير المتحرك أو دراجة الجهد الثابتة . ويتبين من الجدول أن ضربات القلب القصوى لدى الصغار تصل في بعض الأحيان إلى 214 ضربة في الدقيقة، ويظهر جلياً تناقص معدلات ضربات القلب القصوى معا لتقدم في العمر بعد سن العشرين من العمر. كما يتضح من الجدول أن 30 ضربة في – 20 % (15– هناك مدى في معدلات ضربات القلب القصوى في حدود 10 الدقيقة (بين الأفراد في الفئة العمرية نفسها.كما يبدو بوضوح انخفاض معدل ضربات القلب القصوى أثناء استخدام دراجة الجهد مقارنة باستخدام السير المتحرك.

مجموعة من الباحثين قامت بحساب متوسط النبض القلبي و متوسط اللاكتات و استهلاك الأكسجين vo2 الأحيان يعبر عليه بالحجم الأقصى للاستهلاك الأكسجين vo2max فما يخص متوسط النبض القلبي خلص الباحثون إلى قيم تتراوح بين 157 و 175 وهذا ما يعادل 72% إلى 93% من أقصى نبض (جدول (9)(1994 (Bangsboسجل تفاوت يتراوح بين 150 إلى 190 بنبضة فيحين((Stolen2005أثبتت أن نبض لاعب كرة القدم خلال مقابلة تصل من80 إلى 90 % من أقصى نبض.قدر شدة جهد لاعب كرة القدم فوجده يقارب70 %من الحجم الأقصى للأكسجينvo2maxهذه المعطيات الفيزيولوجية الكمية تعطي نظرة شاملة على النشاط لكنها لا يمكنها أن توجه التدريب الخاص للاعبين تبقى مجموعة من المتغيرات الأخرى لغياب النتيجة الذي تتحكم فيه عوامل أخرى كالمحيط، الخصم الهدف.

ومن الملاحظ أن ضربات القلب لا تبلغ حدها الأقصى أثناء الجهد البدني الأقصى عند استخدام (كتلة عضلية صغرى) عضلات الذراعين مثلاً (مقارنة بالكتلة العضلية الكبرى (عضلات الفخذين، ويعود سبب ذلك إلى أن التنبيه المرسل إلى النخاع أثناء أداء الجهد البدني باستخدام كتلة عضلية صغرى لا يكون كافياً، كما أن التغذية الراجعة والقادمة من العضلات العاملة تكون غير كافية، وعليه فالوصول إلى ضربات القلب القصوى يتطلب توظيف وحدات حركية أكبر حتى نضمن كفاية التنبيه الموجه إلى مركز التحكم في ضربات القلب في النخاع) من خلال حفز التنبيه المركزي القادم من القشرة الحركية والتنبيه المحلي القادم من المستقبلات الحسية والكيميائية .(وتشير البحوث التي قمنا بإجرائها على الناشئين السعوديين سباحون ولاعبو كرة قدم وغير رياضيين إلى أن ضربات القلب القصوى قد 200 ضربة في الدقيقة باستخدام عضلات كبرى من الجسم) الجري– بلغت لديهم من 196 – 182 على السير المتحرك حتى التعب، (بينما تراوحت ضربات القلب العليا لديهم من 177 ضربة في الدقيقة باستخدام كتلة عضلية صغرى) استخدام مجهاد اليدين .(أما عند القيام بجهد بدني دون الأقصى يتطلب نفس القدرة مستخدمين مرة كتلة عضلية صغرى ومرة أخرى كتلة عضلية كبرى، فالملاحظ أن ضربات القلب تكون أعلى في حالة استخدام كتلة عضلية صغرى، ويعود ذلك لانخفاض العائد الوريدي وبالتالي انخفاض حجم الضربة مما يتطلب الأمر زيادة معدل ضربات القلب من أجل الوفاء باحتياج الجهد البدني من نتاج القلب ومن استهلاك الأكسجين.

هناك طريقتين من أجل تحديد FC max وهما:

5- الطريقة النظرية: لي ريمنك وأسترون 1954-RHYMING2 & ASTRAND

FCmax=220-age حيث Age هو عمر الرياضي فمثلا إذا كان عمر الرياض 25 سنة فان – 220 – FCmax 25 سنة = 195btm لكن المشكل في هذه النظرية أنها كثيرة الأخطاء و" نضريه " ولا تسمح لنا بتحديد النبضات القلبية القصوى بصفة محددة فالنتائج تكون عادتا بعيدة عن المعقول ما هو ميداني. كما أن هذه النظرية صححت من طرف نفس الباحث فأصبت تصاغ على النحو التالي (Age FCmax = 210,80 x Age هو عمر اللاعب كما أن هناك عدة بحوث توصلت إلى تحديد

النبضات القلبية القصوى ملخصة:

المعادلة

معادلات نبضات القلب القصوى

FCmax = 220 – Age FCmax = 205,8 – 0,685 x Age FCmax = 208,754 – 0,734 x Age

الباحث ريمنك واسترون (1954) Astrand et Ryhming انبار (1994) Inbar

روبرت ولينهاور (2002) Robers et Lanwher

6- الطريقة الميدانية:

6-1 الطريقة المباشرة "المخبرية"

وهي أجهزة تعد صغيرة الحجم في الغالب، وتتكون من جهاز مرسل ((Transmetteurيمكن وضعه بالقرب من دراجة الجهد أو قريب ((Recieverيوضع على الصدر وآخر مستقبل من المفحوص أوحتى على معصمه، وفكرتها شبيهة بأجهزة تخطيط القلب، لكنها على هيئة أبسط وذات كلفة أقل و لا تقوم بغير رصد معدل ضربات القلب، ويتوافر منها أنواع لاسلكية ظهرت في السنوات العشر الماضية قادرة على تخزين المعلومات لعدة أيام، وسوف نتطرق لبعض منها في نهاية هذاالفصل.

من السهولة قياس معدل القلب (النبض) لدى الرياضيين في وضع الوقوف والراحة قبل وبعد الجهد بإحدى الطرق التي سبق ذكرها, ولكن يصعب علينا قياس حجم الضربة أو الطرح القلبي كلياً إلا بالطرق والأجهزة المختبرية. فقياس النبض

عماية سهلة بالجس فوق أحد الشرايين تحت الجلد, ويستطيع الرياضي أن يقوم بهذا القياس بنفسه بعد تعلم ومعرفة مكان وطريقة القياس. بالتدريب الرياضي يستخدم قياس النبض من فوق الشريان السباتي أعلى جانب الحنجرة بالضغط على جانب واحد بأصبعي السبابة والوسطى, وعدم الضغط من جانبي الرقبة لأن ذلك قد يوقف الدم الوارد إلى الدماغ مسبباً الإغماء. كما يجب عدم إستخدام اصبع الإبهام بالقياس لأن لديه نبضه الخاص به, ويصعب التمييز عندها بين الأثنين . أن عملية قياس النبض أصبحت من العمليات المهمة بالتدريب الرياضي اليومي للرياضي والمدرب في آن واحد . حيث تتعلق شدة الحمل التدريبي بمستوى النبض القصوي للرياضي, كما وتتحدد مستويات ودرجات الشدة أيضاً سرعة معدل ضربات القلب أي (النبض), كذلك فأن طرق التدريب الحديثة بالألعاب الرياضية المختلفة تخضع لأنظمة الطاقة الثلاثة المعروفة أنظمة الطاقة اللاهوائية: نظام الفوسفاجين ونظام حامض اللاكتيك. وأنظمة الطاقة الهوائية) وجميعها سوف تعتمد على تحديد معدلات القلب أي النبض قبل وأثناء وبعد حمل التدريب. كما أن أفضل مؤشر للياقة البدنية الفسيولوجية اليوم هو معرفة القدرة الهوائية القصوى لجسم للرياضي ((VO2maxوالذي يعتمد في قياسه على الجهد والنبض.

إختبار "فام–إفال " جورج كازورلا 1990 "George CAZORLA "VAM–EVAL نعلم ان اختبار (1) vam–evalنحدد به السرعة القصوى الهوائيةvnma

التي تؤدي بالرياضي إلى أقصى حد من استهلاك ألO2 أي الامتداد إلى vo2maxلكن الشيء المهم في هذا الاختبار انه يمكننا من تحديد النبضات القلب

إختبار "جامعة بوردو (2) جورج كازورلا George CAZORLA TUB 2 1992 يقوم اللاعب بالجري على مضمار مسافة 200 م وبريتم متزايد ب 0.5 كلم/سا وهذا مزامنا مع مكبر الصوت الذي يصدر صوت بصفة آلية مبرمجة كل 20م بطور يقدر بـ: 3 د ثم يسترجع مدة 1 د تؤخذ اثرها عينة من الدم لقياس نسبة اللاكتاتحسب الجدول المقترح وعندما لا يستطيع اللاعب أن يصل في الوقت الذي تصدره المؤشر الصوتي نضطر هنا إلى إيقافه نقوم ما يلي: عندما يعجز اللاعب عن اللحاق بالأعمدة في وقتها المناسب هنا نقول إن اللاعب قد وصل إلى أقصى حد من استهلاك الأكسجين فال VMA أدخلته إلى الاستهلاك التام للأكسجين. وان Fcهي القصوى

كيفية إستخراج نبضات القلب القصوى من خلال إختبار "جامعة بوردو

تحديد نبضات القلب الاحتياطية لي كارفونن 1987 FC Reserve KARVONEN

القيام بأي تمارين مهما كانت شدته و مدته فلا بد على المدرب أن يراقب حدود هذا التمرين و إلى أي حد يمكن للاعب أن يصل إليه. ففي هذا الإطار لا يوجد حل إلا في النبضات القلبية الاحتياطية FCréserveالتي تسمح للاعب بمعرفة حدوده البدنية مع أي تمارين يريد القيام بها و التي لخصها

على النحو التالي:

6-4 تحديد نبضات القلب الموجهة "التمرين" FC Cible

تصاغ على النحو التالي ونعطي مثالا حتى يتسنى لنا فهم المعادلة :

FC travail = (FC max – FC repos) x % FC max + FC repos

FC Réserve

FC travail (FC max – FC repos) x % VMA + FC repos

نريد ان نحدد عتبة النسبية التي يستوجب على اللاعب أن يحترمها أثناء التدريب و نسب أل: %vnaبالموازاة مع نبضات القلب القصوى .FCmaxلاعب كرة قدم عمره 25 سنة يريد بقيام بعمل مداومة على مختلف النسب و لا يملك أي مؤشر و لم يقم بأي اختبار بدني حيث تبلغ نبدات القلب أثناء الراحة ب: btm 60 = FC repos

باستعمال معادلة كارفونن karonen (1) 1987يمكن ان نحدد FC travail التيتتماشمع vmaالمراد العمل بها طبعا إدا كان اللاعب عمره 25 سنة ولديه .btmFC réserve60

الجدول رقم (19): يبين vina الموازية لنبضات القلب العمل التي يجب ان يلتزم بها اللاعب

FC travailbtm

تحديد نسبة الجهد المبذول باستعمال نسبة نبضات القلب القصوى %FC Max

تحدد وفق معادلة ريمينق و استرونastrand&rhyming

% FC max =

(FC enregistré – FC repos) x 100

(FC max – FC repos)

المحور الخامس:

فسيولوجية الجهاز التنفسي أثناء الجهد البدني

مقدمة

تتطلب حياة الخلية الطاقة، والتي يتم إنتاجها في الميتوكوندريا عن طريق استهلاك O2 وإنتاج Co2 بمعنى واسع، التنفس هو ظاهرة تساهم في ضمان تبادل الغازات بين البيئة المحيطة والخلية الحية. يعمل الجهاز التنفسي جنبا إلى جنب مع الجهاز الدوري لتوفير الأكسجين للجسم كله وتخليصه من ثاني أكسيد الكربون، ويتم تبادل الغازات هذا في الرئتين باستخدام عملية التنفس.

- **تعريف الجهاز التنفس** : الجهاز التنفسي هو النظام المسؤول عن تبادل الغازات في الجسم، حيث يقوم بإدخال الأكسجين (O_2) وطرد ثاني أكسيد الكربون.(CO_2)
- **أهمية الجهاز التنفسي في الرياضة** : يلعب الجهاز التنفسي دورًا حيويًا في تحسين الأداء الرياضي، حيث يؤثر على قدرة الجسم على التحمل والأداء البدني.

فسيولوجية الجهاز التنفسي

1. **مكونات الجهازالتنفسي:**
   - الأنف والفم
   - القصبة الهوائية
   - الشعب الهوائية
   - الرئتين
   - الحويصلات الهوائية
2. **وظيفة الجهاز التنفسي:**
   - تبادل الغازات :دخول الأكسجين إلى الدم وخروج ثاني أكسيد الكربون.
   - تنظيم درجة حرارة الجسم :يساعد على تبريد الجسم أثناء الجهد البدني.
   - توازن الحموضة :يساهم في تنظيم مستوى الحموضة في الجسم.

تأثير الجهد البدني على الجهاز التنفسي

1. **زيادة معدل التنفس :**
   - أثناء الجهد البدني، يزيد معدل التنفس ليتناسب مع زيادة احتياجات الجسم من الأكسجين.

- **التكيفات** :مع التدريب المنتظم، يصبح الجهاز التنفسي أكثر كفاءة في استخدام الأكسجين.

2. حجم التنفس:

- **المدى الحيوي** :**(Tidal Volume)** كمية الهواء المستنشقة أو المخرجة في كل نفس.
- **القدرة الحيوية** :**(Vital Capacity)** الحد الأقصى للهواء الذي يمكن إخراجه بعد أخذ نفس عميق.

3. التحمل الهوائي:

- التحمل الهوائي هو قدرة الجسم على استخدام الأكسجين بكفاءة خلال النشاط البدني المستمر.
- التدريب الجيد يعزز من قدرة الجهاز التنفسي على تحسين التحمل الهوائي.

التكيفات الفسيولوجية

- **التكيف القلبي التنفسي** :مع التدريب المستمر، يزداد حجم القلب وكفاءة الضخ، مما يؤدي إلى تحسين تدفق الدم والأكسجين إلى العضلات.
- **زيادة عدد الشعيرات الدموية** :يسمح بزيادة سطح تبادل الغازات.
- **أهمية الفهم الجيد للفسيولوجيا** :يساعد طلبة الماستر في تخصص التحضير البدني على تحسين الاستراتيجيات التدريبية وتعزيز الأداء الرياضي.
- **تشجيع البحث** :من المهم إجراء المزيد من الدراسات لفهم تأثيرات الجهد البدني على الجهاز التنفسي وتحسين برامج التدريب.

همية الجهاز التنفسي في تحسين الأداء الرياضي

1.تبادل الغازات الفعال

- **إمداد الأكسجين** :الجهاز التنفسي يعمل على إدخال الأكسجين إلى الجسم، وهو عنصر أساسي لإنتاج الطاقة خلال النشاط البدني.
- **طرد ثاني أكسيد الكربون** :يساعد على إزالة الفضلات الناتجة عن عملية الأيض، مما يحافظ على توازن الحموضة في الدم.

2.تحسين القدرة على التحمل

- **زيادة القدرة الهوائية** :الجهاز التنفسي الأكثر كفاءة يسمح للرياضيين بالتحمل لفترات أطول دون الشعور بالتعب.
- **تدريب التنفس** :يمكن أن يساعد تقنيات التنفس المناسبة في زيادة السعة الرئوية وتحسين الأداء.

3.تنظيم درجة حرارة الجسم

- **التبريد** :يساعد التنفس على تنظيم درجة حرارة الجسم من خلال تبخر الماء أثناء الزفير، مما يمنع ارتفاع درجة الحرارة أثناء الجهد البدني.

.4زيادة كفاءة تدفق الدم

- **تحسين الأكسجة** :مع زيادة كفاءة الجهاز التنفسي، يتمكن القلب من ضخ المزيد من الدم المحمل بالأكسجين إلى العضلات، مما يحسن الأداء الرياضي.
- **توسيع الأوعية الدموية** :يمكن أن يؤدي التنفس العميق إلى توسيع الأوعية الدموية، مما يحسن من تدفق الدم.

.5تأثيرات نفسية

- **تقليل التوتر** :يساعد التنفس العميق على تقليل مستويات القلق وزيادة التركيز، مما يؤثر إيجابيًا على الأداء الرياضي.
- **تحسين الاستجابة البدنية** :تحسين التنفس يمكن أن يؤدي إلى استجابة أسرع خلال المنافسات.

.6التكيفات الفسيولوجية

- **التكيف مع التدريب** :مع التدريب المستمر، يحدث تحسين في أداء الجهاز التنفسي، مما يزيد من كفاءته في استخدام الأكسجين.
- **زيادة عدد الحويصلات الهوائية:** يؤثر ذلك على زيادة سطح تبادل الغازات، مما يعزز من أداء الجهاز التنفسي.

تكوين الجهاز التنفسي

يعد استخراج الأكسجين من الهواء عن طريق الرئة عملية مهمة وحساسة. كما يجب أن يكون الهواء الذي يصل إلى الرئة نقيا قدر الإمكان. في الرحلة القصيرة من الأنف إلى الصدر ، يقوم الجسم بالعديد من العمليات (القنوات التي تحمل الهواء: الجهاز التنفسي ، والأعضاء التي يحدث فيها تبادل الغازات: الرئتين) للتخلص من الغبار والشوائب والميكروبات.

الجهاز التنفسي.

نميز: الجهاز التنفسي العلوي (تجويف الأنف. بلعوم. الحنجرة.) والجهاز التنفسي السفلي (القصبة الهوائية. القصبات الهوائية الجذعية)

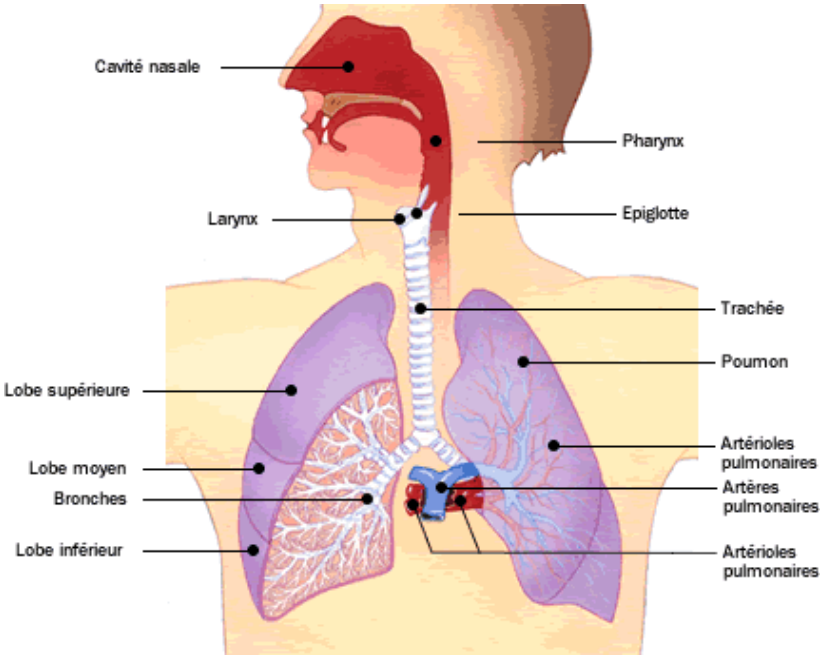
حفر الانف: الأنف هو منفرد .part من نظام تنفسي ظاهر من الخارج، الداخل من الأنف ينقسم إلى اثنين من تجاويف الأنف التي من فصلة بواحد قسم يدعى الحاجز الانف

الجزء الداخلي من الأنف مغطى بغشاء مخاطي ، وهذا الغشاء المخاطي شديد الأوعية الدموية ، ويعمل هذا التوعي على تسخين الهواء الذي يدخل الأنف ويحبس البكتيريا في الخياشيم ،

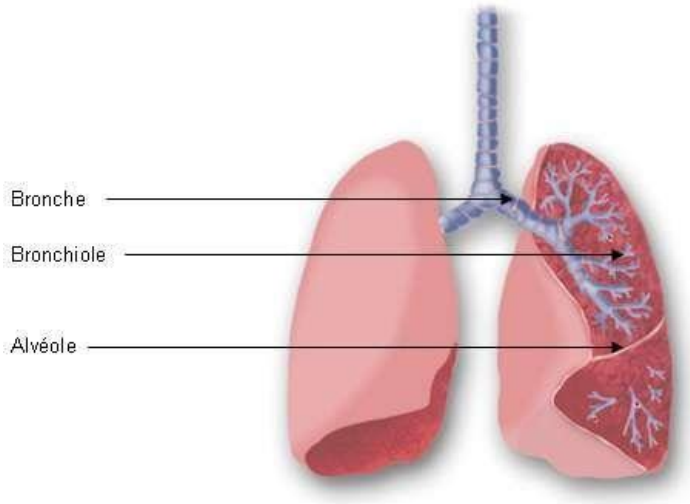
البلعوم: يطلق عليه عادة الحلق ، ويتكون من العضلات ويبدو وكأنه قمع ، ويقيس حوالي 13 سم عند البالغين.

إنه المسار المطبوع بالهواء والطعام ، ويتم توجيه الهواء إلى الحنجرة (مجرى الهواء) والطعام إلى المريء (الجهاز الهضمي).

الحنجرة: تقع في الجزء الأوسط والأمامي من الرقبة ، كما أنها مبطنة بالغشاء المخاطي ، ويتكون جزء من هذا الغشاء المخاطي من طيات تسمى الحبال الصوتية ، وهذه لديها القدرة على الاهتزاز وإصدار الأصوات أثناء الزفير



القصبة الهوائية: عبارة عن أنبوب أسطواني، يدور حول منتصف الصدر، ويقيس

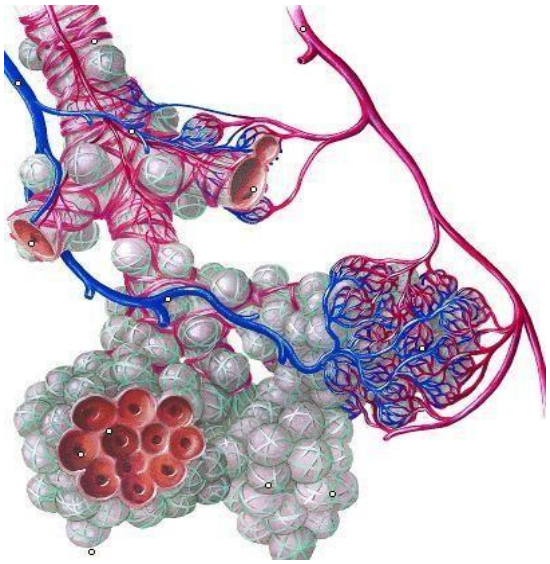


تفرع الشعب الهوائية هرمي:

القصبات الهوائية الرئيسية التي تغادر القصبة الهوائية هي اثنان في العدد، كل منهما يذهب إلى الرئة.

الشعب الهوائية الفصية التي تذهب إلى الفصوص الرئوية . القصبات الهوائية القطاعية.

القصيبات التي تؤدي إلى الحويصلات الهوائية الرئوية (أكياس صغيرة، مبطنة بالعديد من الشعيرات الدموية. عند هذا المستوى يحدث تبادل الغازات)



الرئتين

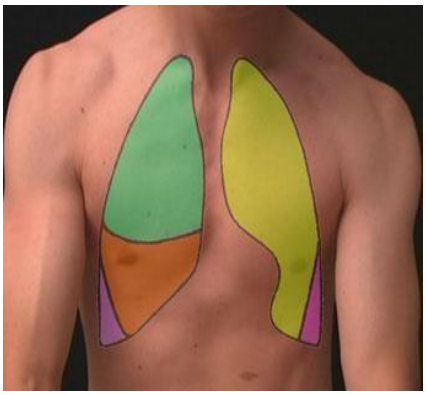
هذه هي أجهزة التنفس. هناك 2 في العدد ، اليمين واليسار. يبلغ متوسط سعتها 5 لترات ، وهما كتلتان إسفنجيتان ومرنتان ، موجودتان في القفص الصدري. هذه هي الأعضاء السلبية ، فإنها تتبع حركات القفص الصدري

في الأطفال، تكون الرئتان وردية اللون ، وفي البالغين يأخذون لونا رماديا ، وفي المدخنين أو الأشخاص المعرضين لتلوث الهواء المرتفع ، يمكن أن تأخذ الرئتان لونا رماديا داكنا وبنيا وحتى أسود ،

تنقسم الرئتان إلى فصوص بواسطة الشقوق:

تحتوي الرئة اليمنى على 2 شقوق (مائلة وأفقية) و 3 فصوص ، علوية ومتوسطة وسفلية.

الرئة اليسرى لديها 1 انقسام (مائل) و 2 فصوص ، العلوي والسفلي.



يتم عزل كل رئة بإحكام من الخارج بواسطة مظروف مزدوج الصفيحة. تحيط نشرة حشوية بالرئتين وتغطي نشرة جدارية البطانة الداخلية للقفص الصدري. هاتان الوريقتان تسميان غشاء الجنب. يسهل انزلاق الرئتين على جدار الصدر.

فسيولوجيا الجهاز التنفسي

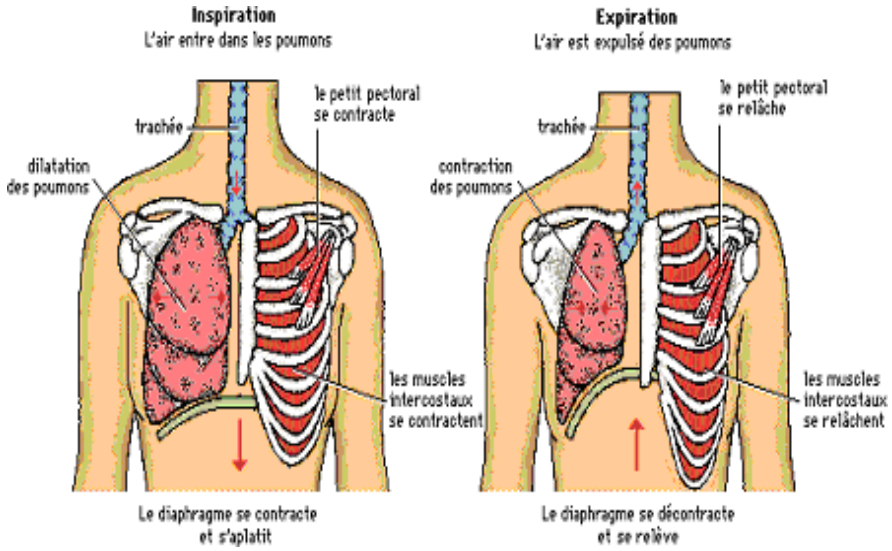
تتمثل الوظائف الرئيسية للجهاز التنفسي في توفير الأكسجين للجسم وتخليصه من ثاني أكسيد الكربون. هذا ممكن من خلال التنفس ،

التنفس

إنها عملية ميكانيكية بالكامل تعتمد على الاختلافات في الحجم التي تحدث في القفص الصدري ، ويتم ذلك من خلال إجراءين متميزين: دخول الهواء أثناء الإلهام وخروج الهواء أثناء الزفير.

إلهام يتكون من جلب الهواء إلى الرئتين عن طريق تقلص الحجاب الحاجز (خفض) والعضلات الوربية الخارجية (رفع) ، يتبع غشاء الجنب حركة القفص الصدري والحجاب الحاجز ويتدرب معهم جدران الرئتين. أثناء تمدده ، يحدث فراغ وتجبر الرئتان الهواء على الاختراق.

انقضاء يتكون من طرد الهواء من الرئتين ، وهو عمل سلبي ويعتمد بشكل أساسي على مرونة الرئتين وأقل على تقلص العضلات. نتيجة للإلهام، تسترخي عضلات الحجاب الحاجز والوربي ، الرئتان ، كونها مرنة ، تستعيد أحجامها وتطرد الهواء من الرئتين



يتطلب التنفس 4 ظواهر:

التهوية الرئوية

التنفس الخارجي

نقل غازات الجهاز التنفسي

التنفس الداخلي

التهوية الرئوية: يشير مصطلح التهوية إلى العملية الميكانيكية لحركات الهواء داخل وخارج الرئتين ، وتتمثل الوظيفة الأساسية للتهوية الرئوية في ضمان تبادل الغازات بين الرئتين والدم من أجل تلبية احتياجات الجسم من الأكسجين ، وبالتالي الحفاظ على حالة التمثيل الغذائي المستقرة.

كما أنه يساهم في التنظيم الحراري: عندما يكون الجو باردا ، يتم تسخين الهواء المستنشق في تجويف الأنف. في المناخات المعتدلة، يتم زفير الهواء من خلال الفم أو الأنف بمتوسط درجة حرارة 34 درجة مئوية ، وتقل التهوية أو تزيد، حسب الطلب.

– التنفس الخارجي (التنفس الرئوي): يشير إلى تبادل الغازات الذي يحدث بين الشعيرات الدموية في الرئتين والحويصلات الهوائية الرئوية

نقل غازات الجهاز التنفسي: يشير هذا إلى دخول الأكسجين وثاني أكسيد الكربون إلى الرئتين والأنسجة ، وخروجهما عبر مجرى الدم،

التنفس الداخلي (التنفس الخلوي): هذا هو التبادل بين الخلايا والدم

التنفس هو في الغالب فاقد للوعي، ينظمه الجهاز العصبي اللاإرادي

تبادل الغازات

يأتي الدم الفقير بالأكسجين والغني بالكربون من البطين الأيمن للقلب إلى الشعيرات الدموية ويتم استبداله في الحويصلات الهوائية الرئوية بالدم الغني بالأكسجين. ثم يزود هذا الجسم عبر البطين الأيسر. أطلق الدم الوريدي الأحمر الداكن الذي يأتي من الجسم ثاني أكسيد الكربون في الهواء الملهم. في الوقت نفسه ، أثرى الأكسجين من الهواء المستنشق الدم الشرياني ، الذي تحول إلى اللون الأحمر الفاتح. يتدفق من الرئتين إلى القلب ويضخه القلب إلى الدورة الدموية العلوية.

كمية الهواء المطلوبة

عتمد عمق وعدد الاستنشاق في الدقيقة على حاجة الجسم الفردية للأكسجين. تتطلب الأنشطة الشاقة المزيد من الأكسجين ، حيث لا يمكن لخلايا العضلات العمل بدون أكسجين جديد. وبالتالي يمكن أن تختلف كمية الهواء المطلوبة اختلافا كبيرا. لذلك نحتاج على سبيل المثال إلى حوالي 4.7 لترات فقط من الهواء في الدقيقة عندما ننام. لكننا نحتاج إلى حوالي 12 مرة أكثر للمشي السريع ، أي حوالي 60 لترا من الهواء في الدقيقة.

في الرياضيين ذوي المستوى العالي جدا ، يمكن أن يصل هذا الحجم إلى 250 لترا في الدقيقة. في الوقت نفسه ، تتوسع العديد من الشعيرات الدموية الرئوية لزيادة تدفق الدم إلى الرئتين. هذا التكيف يجعل من الممكن أخذ وإصلاح المزيد من الأكسجين على الهيموغلوبين من خلايا الدم الحمراء.

معدل التنفس

معدل التنفس هو عدد دورات التنفس (الاستنشاق والزفير) لكل وحدة زمنية ، تقاس في الفرد.

معدل التنفس الطبيعي، اعتمادا على العمر، في الطفل، يختلف حسب جنسه وعمره ووزنه وطوله. أثناء نوم الموجة البطيئة، ينخفض معدل التنفس.

معايير معدل التنفس عند الأطفال.

Âge	FR(/min)
<1mois	30–50
1–6mois	20–40
6–24mois	20–30
2–12ans	16–24
13–18ans	12–25

يسمح الجهاز التنفسي بتبادل الغازات بين الغلاف الجوي والدم. وفقا ل BrooksG.A. (2004) يتم توفير أربع وظائف محددة عن طريق التنفس وبالتالي الجهاز التنفسي: تبادل O2 ، تبادل CO2، التحكم في حموضة الدم والتواصل عن طريق الفم.

واحدة من الوظائف الرئيسية للجهاز التنفسي هي بالطبع تبادل الغازات، وهي توفير O 2 للجسم وتخليصه من CO2، تتضمن هذه الوظيفة أربع عمليات تشكل أساس التنفس:

التهوية الرئوية
التنفس الخارجي
نقل غازات التنفس
التنفس الداخلي

تحتاج العضلات إلى الأكسجين ، ويساهم الأكسجين في الإنتاج الدائم لجزيئات ATP ، والتي تعتبر ضرورية لحسن سير جميع الخلايا وتقلص العضلات.

تم تصميم القلب والرئتين والدم والأوعية الدموية بشكل مثالي لتزويد العضلات بالأكسجين اللازم للمجهود الهوائي.

يمر مسار الأكسجين إلى العضلات أولا عبر الأنف (ويتم تنقيته وترطيبه وتسخينه) والقصبة الهوائية والشعب الهوائية والحويصلات الهوائية ثم يدخل مجرى الدم. هناك ، يتم نقل الأكسجين بواسطة خلايا الدم الحمراء وتعتمد السرعة التي سيتم توزيعها بها على العضلات على حالة شبكة الدم ، والتي من الواضح أنها تعتمد على المضخة التي تحركها ، القلب.

بتعبير أدق ، يعتمد الوقت الذي يستغرقه الأكسجين للوصول إلى العضلات على سرعة تدفق الدم وكذلك المسافة بين القلب والعضلات المعنية.

نقل الأكسجين إلى العضلات

في حالة الراحة ، عندما تتنفس بلطف وينبض القلب ببطء ، يكون التدفق هادئا. الوقت اللازم للأكسجين ليشق طريقه من الأنف إلى الفخذ ، على سبيل المثال ، سيكون حوالي عشر ثوان. من ناحية أخرى ، أثناء التمرين المكثف ، يزداد التدفق ، ونتنفس بشكل أسرع وأعمق وتتسارع نبضات القلب.

أثناء التمرين ، لم يعد التنفس سلبيا ولكنه بدوره يتطلب مشاركة العضلات الملحقة لتسريع زفير الهواء وبالتالي زيادة تدفق التهوية ، خاصة في الرياضيين ذوي النتاج القلبي المرتفع ، يستغرق الأكسجين بضع ثوان فقط للانتقال من الأنف إلى عضلات الفخذين.

عندما يصل الدم المؤكسج إلى الخلايا العضلية ، يتم إطلاق جزيئات الأكسجين من الهيموجلوبين لتنتشر في العضلات. سيتم إدارته بواسطة الميوغلوبين على مستوى ساركوبلازم خلايا العضلات. ثم ينفصل عن الميوجلوبين ليتم إطلاقه على مستوى الميتوكوندريا التي ستستخدمه لإعادة تخليق ATP.

يتم إرجاع ثاني أكسيد الكربون الذي تنتجه هذه الخلايا إلى الدم ويمر بدوره عبر أغشية الرئتين ليتم إخلاؤها.

تركيز الهيموغلوبين

يحمل الدم الأكسجين مع الهيموجلوبين ، وهو بروتين موجود في خلايا الدم الحمراء يتكون الهيموغلوبين من 4 سلاسل عديد الببتيد تحتوي كل منها على ذرة حديد. يمكن لكل ذرة من ذرات الحديد هذه التقاط ذرة أكسجين.

تعتمد كمية الأكسجين المنقولة على هذا العامل الأساسي: تركيز الهيموغلوبين ، بمعنى آخر ، كتلة الهيموغلوبين لكل لتر من الدم في المتوسط، يبلغ معدل الهيموغلوبين حوالي 16g.dl−1 لدى الرجال و 14 g.dl−1 لدى النساء، وهذا الاختلاف يفسر الفرق بين الجنسين بنسبة 10−15٪ من القوة الهوائية بين الجنسين، ويعزو العلماء هذا الاختلاف في نسبة الهيموغلوبين بين الجنسين إلى حقيقة أنالإريثروبويتين (Epo) الذي يشروط إنتاج كريات الدم الحمراء (خلايا الدم الحمراء)، تحت تأثير هرمون التستوستيرون.

من ناحية أخرى ، لا يوجد فرق بين الرياضيين والمستقرين ، فقد يكون إجمالي محتوى الهيموغلوبين أعلى بالنسبة لرياضيي التحمل ولكن يتم تعويض ذلك ببلازما أكبر: في النهاية يكون التركيز مشابها.

كل غرام من الهيموغلوبين يمكن أن يربط 1.39 مل من الأكسجين

أحجام الرئة وقدراتها

يتيح عدد معين من القياسات معرفة قدرات التهوية أو مستوى تهوية موضوع ما حجم المد والجزر (VT) هذه هي كمية الغاز المنفوخة في كل منها حركة الجهاز التنفسي دون استنشاق أو زفير قسري ، حوالي 500 مل (0.5 لتر) عند البالغين أثناء الراحة ، ولكن يمكن ضرب هذا الرقم في 5 أثناء التمرين المكثف عدد دورات التنفس (أو الحركات) في الدقيقة ، يكون لدى الشخص البالغ في حالة الراحة معدل تنفس من 12 إلى 16 دورة.دقيقة−1 ، قيمة يمكن أن تصل إلى 50 دورة.دقيقة−1 مع ممارسة مكثفة.

معدل تدفق التهوية (EV) أو يسمى التهوية الدقيقة ، هو حجم المد والجزر الذي يتم تعبئته عند كل حركة تنفس في الدقيقة. لذلك لدينا :

$$VE=VTx\ Fr$$

au repos VE=0,5x12=6L.Min−1

VE=2,5x50=125L.Min−1àl'exerciceintense

وقد لوحظت بالفعل قيم أعلى من 200 L.Min−1

يمكن قياس حجم الرئة بدقة باستخدام تقنية تسمى قياس التنفس ، وهي مجهزة بمستشعر التدفق والحجم ، المرتبط بمحلل O2 و CO2: أحدهما مع لسان حال والآخر مع محلل الغاز. في نهاية هذه الفحوصات ، يتم الحصول على رسم بياني بمنحنيات مختلفة تمثل الحركات التنفسية لموضوع الراحة ، واستهلاك O2 ، ومعدل ضربات القلب (HR) ، والتهوية / الدقيقة ، وإطلاق CO2

حجم احتياطي الشهيق (IVR): كمية الهواء التي يمكن استنشاقها بجهد بعد الاستنشاق الحالي. ما يقرب من 3100 مل في الرجال البالغين و 1900 مل في النساء البالغات.

حجم احتياطي الزفير (ERV): كمية الهواء التي يمكن زفيرها بمجهود بعد الزفير الحالي. ما يقرب من 1200 مل في الذكور البالغين مقابل 700 مل في الإناث البالغة.

الحجم المتبقي (RV): كمية الهواء التي تبقى في الرئتين بعد الزفير القسري ، 1200 مل للذكور البالغين ، 1100 مل للمرأة البالغة.

يتم تحقيق القدرات التنفسية من خلال الجمع بين أحجام الجهاز التنفسي بطرق مختلفة.

سعة الشهيق VRI +VT = (IC)

إجمالي كمية الهواء التي يمكن استنشاقها بعد الزفير الحالي (ذكر = 3600 مل ، أنثى = 2400 مل)

السعة الوظيفية المتبقية VRE + VR = (CRF)

كمية الهواء المتبقية في الرئتين بعد الزفير الشائع (ذكر = 2400 مل ، أنثى = 1800 مل)

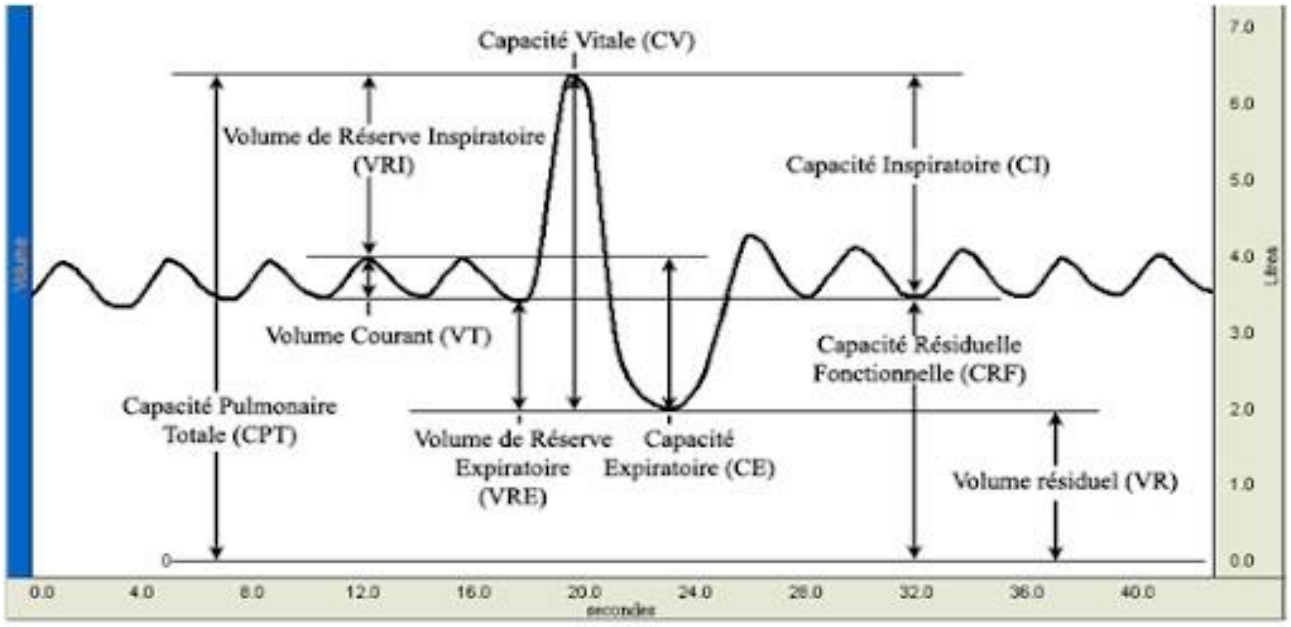
السعة الحيوية VRI + VRE + VT = (CV)

الحد الأقصى لكمية الغاز المطرود عن طريق الزفير القسري بعد الاستنشاق الأقصى ، (ذكر = 4800 مل ، أنثى = 3100 مل). من الناحية النظرية ، يجب أن يمثل 80 ٪منإجماليسعةالرئة.

السيرة الذاتية تعتمد على الحجم: CV = k.size3 (k ثابت بشكل عام ، k = 1)

إجمالي سعة الرئة = VT + VRI + VRE + VR

مجموع جميع أحجام الرئة ، أقصى كمية من الهواء الموجود في الرئتين بعد أقصى جهد شهيقي (ذكر = 6000 مل ، أنثى = 4200 مل)



الروابط بين استخدام الأكسجين واللياقة البدنية وإنفاق الطاقة

قدرة الجسم على استخدام الأكسجين هي مؤشر على الصحة واللياقة البدنية. يتمتع رياضيو التحمل عالي الأداء بقدرة ممتازة على استخدام الأكسجين المتاح. ينعكس هذا في الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين المرتفع للغاية ، وعلى العكس من ذلك ، فإن الأشخاص الذين يعانون من نقص في الشكل لديهم VO2 كحد أقصى . وبالتالي فإن VO2max يعكس الحالة الهوائية للشخص.

معرفة استهلاك الأكسجين يجعل من الممكن تحديد كمية الأكسجين التي يستخدمها الشخص في دقيقة واحدة. يمكن قياس هذه البيانات أثناء الراحة أو أثناء جهد متفاوت الشدة والمدة.

المحور السادس:

فيزيولوجية الجهاز العصبي أثناء الجهد البدني

المقدمة

يُعدّ الجهاز العصبي أحد أهم الأنظمة التي تتحكم في وظائف الجسم أثناء الراحة وأثناء الجهد البدني. فهو المسؤول عن استقبال المعلومات الحسية، ومعالجتها، وإصدار الأوامر العضلية، وتنظيم التوازن الداخلي. وعند القيام بمجهود بدني، سواء كان بسيطاً أو مكثفاً، يخضع الجهاز العصبي المركزي والمحيطي لتعديلات فورية من أجل رفع مستوى الأداء وتحقيق التكيف المطلوب. يهدف هذا البحث إلى دراسة الآليات الفسيولوجية التي يعتمد عليها الجهاز العصبي خلال الجهد البدني، وكيف يتفاعل مع العضلات، والجهاز القلبي التنفسي، ونظام الغدد الصمّاء.

الجهاز العصبي ودوره الأساسي في التحكم بالحركة

البنية العامة للجهاز العصبي

يتكون الجهاز العصبي من قسمين رئيسيين:

1. **الجهاز العصبي المركزي:**
   - *الدماغ:* يتولى التخطيط والتحكم بالحركة، معالجة المعلومات الحسية، وضبط التوازن.
   - *الحبل الشوكي:* مركز انعكاسي ومسؤول عن نقل الإشارات العصبية من وإلى الدماغ.
2. **الجهاز العصبي المحيطي:**
   - *الأعصاب الحسية التي تنقل المعلومات من المستقبلات الطرفية إلى الدماغ.*
   - *الأعصاب الحركية التي تنقل الأوامر إلى العضلات.*

❖ آلية نقل السيالة العصبية أثناء الحركة

تعتمد الحركة على انتقال السيالة من العصبون الحركي نحو الألياف العضلية عبر المشبك العصبي العضلي. تحدث هذه العملية عبر:

1. إزالة الاستقطاب في غشاء العصبون.
2. تحرير الأسيتيل كولين في الشق المشبكي.

3. استثارة الغشاء العضلي وبدء عملية الانقباض.

❖ تنظيم الحركة: من القشرة إلى وحدات الحركة

1. تجنيد الوحدات الحركية يتبع مبدأ «حجم الحافة :(Henneman's size principle) «الوحدات الصغيرة (ذات العتبة المنخفضة) تُجنّد أولًا ثم تلحقها وحدات أكبر كلما زاد الطلب على القوة — ما يُحسّن كفاءة الطاقة ويساهم في دقة التحكم الحركي. هذا الترتيب يُلاحظ عبر تسجيلات تخطيط كهربية العضلات ودراسات التنسيق العصبي .

2. يُنظم رفع القوة بطريقتين أساسيتين: زيادة عدد الوحدات المجندة (recruitment) أو زيادة معدل إطلاق النبضات لكل وحدة .(rate coding) الاعتماد النسبي لكل آلية يختلف بحسب نوع الجهد (قصير وشديد مقابل مطوّل ومعتدل) .

❖ التغذية الراجعة الحسية ودورها أثناء الأداء

المستقبلات الحسية العضلية — المغازل العضلية (muscle spindles) وأجهزة وتر جولجي (Golgi tendon organs) — تزوّد الجهاز العصبي المركزي بمعلومات حيوية عن طول العضلة، سرعة التغير، والتوتر؛ هذه المدخلات تسمح بتعديل القوة الفورية والحفاظ على سلامة النسيج العضلي. إضافةً إلى ذلك، إشارات من المستقبلات الجسدية والكيماوية (مثل مستقبلات الضغط والكيماويات) تعمل على ضبط ضغط الدم وتروية العضلات النشطة .

❖ الجهاز العصبي الذاتي أثناء التمرين

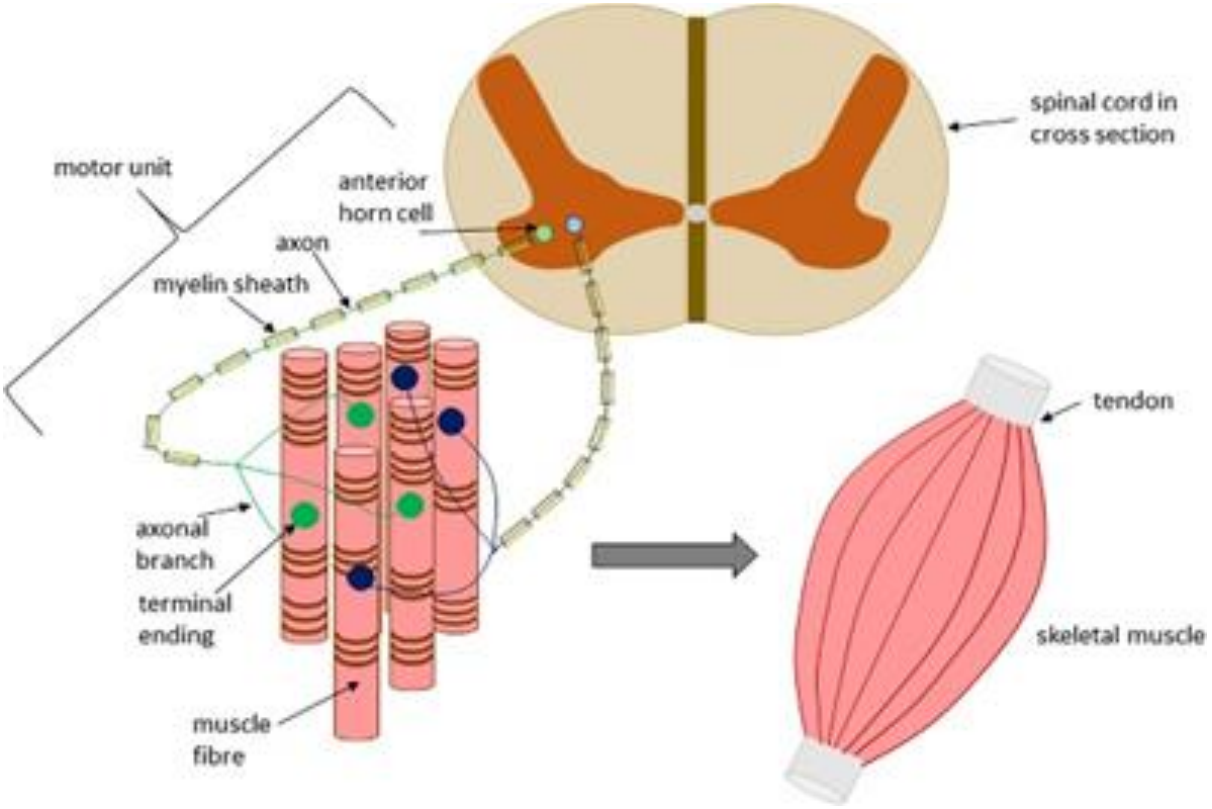
أثناء بدء التمرين يحدث تنشيط متزايد للجهاز الودي مع انخفاض في النفوذ الفرعي للعصب الحائر (vagal withdrawal)، ما يؤدي إلى ارتفاع معدل وناتج القلب وزيادة تدفق الدم إلى العضلات العاملة. هذا التغير الذاتي يتكيف مع شدة ونوعية التمرين، ومع التدريب المزمن تُرى تغييرات معيارية مثل ارتفاع النشاط الباراسمبثاوي في وقت الراحة وتحسّن مؤشرات تقلبات نبض القل .

❖ الناقلات العصبية والهرمونات العصبية وعلاقتها بالإرهاق

الكاتيكولامينات (نورأدرينالين/أدرينالين) تزداد أثناء الجهد لدعم الاستجابة القلبية والتمثيل الغذائي العضلي. على صعيد الدماغ، تلعب الناقلات مثل الدوبامين والسيروتونين دورًا في تنظيم الدافع والقدرة على التحمل؛ تغييرات في توازن هذه النواقل تُرتبط بظهور التعب المركزي والشعور بالإرهاق. توجد أبحاث حالية تسعى لتحديد مؤشرات حيوية (biomarkers)للتعب المركزي وتقييم تدخّلات ممكنة لتأخيره .

التعب: تفريق مركزي مقابل طرفي

- **التعب الطرفي :(Peripheral fatigue)** ينتج عن آليات عضلية محلية تشمل استنزاف الفوسفوكرياتين، تراكم الأيونات والحموض (H^+) وتراجع كفاءة إنزيمات الانقباض، مما يؤثر على فعالية الاتصال عند الوصلة العصبية العضلية والأنظمة الانقباضية داخل الليف العضلي.
- **التعب المركزي :(Central fatigue)** يشمل انخفاض إخراج الدفعات العصبية من القشرة الحركية أو تغيّر في فعالية الدارات النخاعية، وقد يتضمن عوامل معرفية ونفسية إضافة إلى انخفاضات في إشارات ناقلات عصبية محددة. في الواقع، التعب ظاهرة متعددة العوامل تُحدّدها تفاعلات متغيرة بين الآليات المركزية والطرفية) .



الجهد البدني يشكل تحديًا متعدد الأنظمة يتطلب تنسيقًا عصبيًا دقيقًا للحفاظ على الأداء العضلي والوظائف الحيوية الأخرى (القلب، التنفس، التروية). يلعب الجهاز العصبي المركزي (القشرة الدماغية، المهاد، جذع الدماغ) والنخاع الشوكي مع الجهاز العصبي الطرفي (العصبونات الحركية والمستقبلات الحسية) دورًا متكاملاً في ضبط القوة، التوازن والقدرة على التحمل أثناء النشاط البدني.

❖ التكيفات العصبية أثناء الجهد البدني

تفعيل الوحدات الحركية

عند بداية الجهد، يعمل الجهاز العصبي على:

- زيادة عدد الوحدات الحركية المجندة.
- رفع تردد الإشارات العصبية المتجهة إلى الألياف العضلية.
- تجنيد الألياف حسب مبدأ "هينمان:"

الألياف البطيئة (Slow-twitch) أولاً،

ثم الألياف السريعة (Fast-twitch) عند ارتفاع شدة الجهد.

هذه التعديلات تسمح بتحقيق انقباضات قوية وسريعة تتناسب مع طبيعة النشاط البدني.

تنسيق الحركة وردود الفعل

أثناء الجهد البدني، يقوم المخيخ والقشرة الحركية بتنظيم:

- التوازن
- الدقة الحركية
- التصحيح اللحظي للأخطاء
- الحفاظ على الوضعية

كما تلعب المستقبلات الحسية)مغازل العضلات، أعضاء جولجي الوترية، المستقبلات الجلدية) دوراً مهماً في ضبط شدة الانقباض ومنع الإصابة.

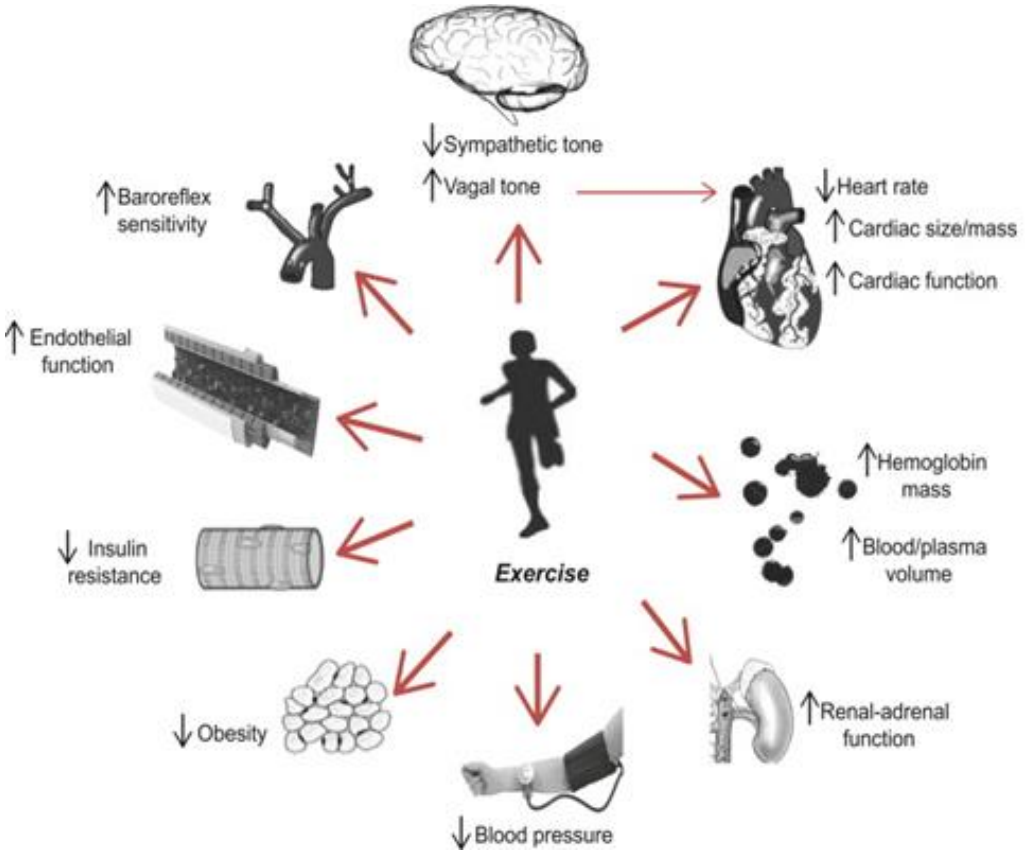
التعديلات اللاإرادية

عند ممارسة الجهد البدني، يحدث تنشيط للجهاز العصبي الودّي:(Sympathetic)

- زيادة معدل القلب
- توسيع القصبات
- رفع تدفق الدم نحو العضلات

- إفراز الأدرينالين والنورأدرينالين

وبالمقابل، يتم تثبيط نظير الودّي (Parasympathetic) مؤقتاً.



❖ طرق قياس ووصف الاستجابة العصبية أثناء الجهد

أدوات البحثية شائعة:

- تخطيط كهربية العضلات (EMG) السطحي والداخليفي لقياس نشاط الوحدات وخصائص التجنيد.
- تسجيلات القوة والإرهاق عبر اختبارات التحمل/الانقباضات المطلقة.
- تصوير عصبي وظيفي (fMRI, PET) لتحديد مناطق الدماغ النشطة خلال مهام حركية أو تعب.
- مؤشرات الجهاز العصبي الذاتيHRV :، تركيز الكاتيكولامينات في البلازما. هذه الأدوات مجتمعة تسمح بربط النشاط العصبي بالمخرجات العضلية والوظيفية.

- **التطبيقات العملية والسريرية**

فهم الديناميكا العصبية أثناء التمرين له تطبيقات مباشرة: تصميم برامج تدريبية تزيد من كفاءة تجنيد الوحدات وتقلّل خطر الإصابة، نُهج إعادة تأهيل عصبي–عضلي بعد الإصابات، واستراتيجيات لإدارة حالات التعب المزمن (مثل متلازمات

التعب المزمن أو بعض الأمراض العصبية العضلية). تحسين المقاييس العصبية) مثل تخطيط EMG وتدريب التنعيم العصبي (يمكن أن يرفع من الأداء الوظيفي لدى الرياضيين والمرضى على حد سواء .

- **العلاقة بين الجهاز العصبي والتعب العضلي**

التعب العصبي المركزي

يظهر عند انخفاض كفاءة الدماغ والحبل الشوكي في إرسال الإشارات نتيجة:

- نقص النواقل العصبية (مثل الدوبامين والسيروتونين).
- ارتفاع درجة حرارة الدماغ.
- نقص الجلوكوز.
- عوامل نفسية (التحفيز – التركيز).

التعب المركزي يؤدي إلى انخفاض القدرة على الاستمرار في الأداء.

التعب العصبي المحيطي

يحدث في المشبك العصبي العضلي والألياف العضلية بسبب:

- استهلاك الأسيتيل كولين.
- تراكم أيونات الهيدروجين (+H) وتغيّر pH.
- اضطراب إعادة استقطاب الغشاء.
- إرهاق قنوات الصوديوم والبوتاسيوم.

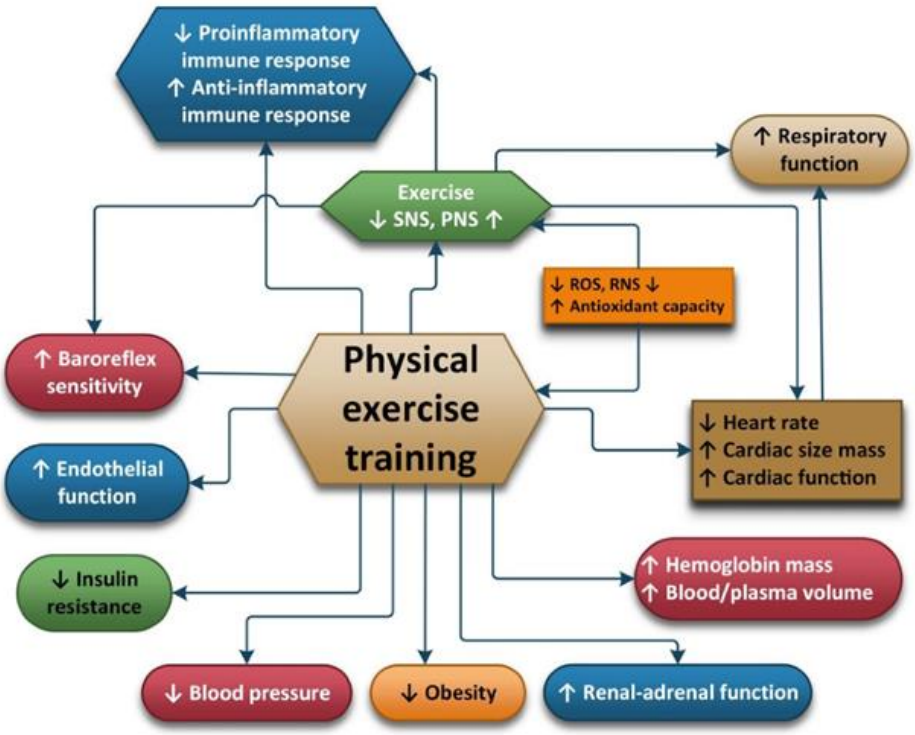
هذا يؤدي إلى انخفاض فعالية الانقباض العضلي.

❖ التكيفات العصبية مع التدريب الرياضي

تحسين كفاءة الإشارات العصبية

التدريب المنتظم يؤدي إلى:

- زيادة سرعة انتقال الإشارات.
- تحسين التنسيق بين العضلات المتقابلة.
- تقليل) co–contraction انقباض العضلات المتعاكسة.



زيادة التجنيد العصبي

يتحسن الأداء عبر:

- رفع عدد الوحدات الحركية المُفعلة.
- تحسين تزامن انقباض الألياف العضلية.
- رفع "عتبة الإثارة" في العضلات.

التكيفات الحسية

تصبح المستقبلات أكثر حساسية، مما يحسن:

- التوازن
- الكفاءة الحركية
- الوقاية من الإصابات

إن الجهاز العصبي هو القائد المباشر لكافة العمليات الحيوية والحركية أثناء الجهد البدني. يبدأ دوره من لحظة الإحساس بالحاجة للحركة، مروراً بإعطاء الأوامر العضلية والتنسيق الحركي، وصولاً إلى التعديلات اللاإرادية المرتبطة بالوظائف الحيوية. كما يساهم التدريب المنتظم في تحسين الأداء العصبي عبر تعزيز التجنيد الحركي وتطوير آليات التكيف. وبالتالي، فإن فهم فيزيولوجية الجهاز العصبي أثناء الجهد يعد أساسياً للرياضيين، والمدربين، والباحثين في علوم الحركة والطب الرياضي.

يعمل التدريب الرياضي بشكل عام على التأثير بشكل إيجابي على كافة أجهزة الجسم، كما أن هذا التأثير من الممكن أن يعمل على التحسين من كفاءة عمل أجهزة الجسم.

تأثير التدريب على الجهاز العصبي

التدريب الرياضي يعمل على التحسين من وظائف الجهاز العصبي ويؤدي إلى:

- تحسين قابلية الترابط والتوافق الحركي.
- تقصير زمن رد الفعل.
- تقليل زمن العبء (الجهد).
- زيادة سرعة الاستثارة (سرعة توصيل الإشارات العصبية)، وهذا الشيء يؤدي إلى تحسين التوافق الحركي والعمل المنظم في كل عضلة.

تكيف الجهاز العصبي للتدريب الرياضي

إن الترابط والتوافق يشترك في إنجازهما كل من الجهازين العصبي والعضلي وهي علاقة عكسية للحركات الإرادية، ويكون هذا الشيء واضح على تدريبات السرعة التي يؤديها الرياضي أثناء أداءه للحركات المختلفة، حيث أن تنمية صفة السرعة يرتبط بشكل أساسي بعمل الجهاز العصبي، وذلك لأن عمليات التحكم والتوجيه التي يؤديها الجهاز العصبي المركزي تعتبر من الأمور المهمة التي تعمل على ارتفاع تركيز الرياضي على سرعة تنفيذ الحركات المختلفة بالسرعة القصوى. كما أن مرونة العمليات العصبية تنتج عن قدرة الرياضي على سرعة أداء الحركات المختلفة، والتوافق التام في وظائف المراكز العصبية المحددة، وجميع هذه العوامل هامة بشكل كبير وتساهم في تطوير السرعة، كما أنه بواسطة الاستثارة العصبية يتم تنظيم مقدار القوة الحركية، حيث أن الاستثارة العصبية تحدث تغير وظيفي مناسب في حجم العضلة نتيجة لتكرار قوة الإثارة.

وفي أثناء التدريب يحدث تنمية للقوة، ويظهر تكيف الجهاز العصبي في حالة زيادة القوة العضلية دون زيادة كبيرة في حجمها، وخاصة عند تدريب الأطفال والنساء، ويشتمل دور الجهاز العصبي في إمكانية زيادة القوة العضلية عن طريق تعبئة أكبر عدد من الألياف العضلية للمشاركة في التقلص، وكذلك زيادة تزامن عمل الوحدات الحركية (أي قدرة تضامن الأجزاء الحركية للعمل بوقت واحد).

عمل الجهاز العصبي أثناء التكيف

1. تحسين التوافق الداخلي بين الألياف العضلية ذاتها

يكون التوافق بين العضلات (التوافق العضلي والعصبي)، على شكل قدرة في استخراج قوة مختلفة وفق الجهد المطلوب للعمل الرياضي، وفي الوقت نفسه العمل عدد كبير من الألياف العضلية للعمل الرياضي في أقصى طاقة لديها، كما أن عدد الوحدات الحركية تكون مختلفة تبعاً لدقة عمل العضلة وتشترك من 2 إلى 3 ألف وحدة حركية في حالة العمل الدقيق والأداء المتوافق، وذلك من أجل زيادة التحكم فيها.

وعلى الرغم من قدرة الجهاز العصبي على مشاركته لأكبر عدد من الألياف العضلية في الانقباض العضلي أثناء الأداء الرياضي، إلا أنه جزء من هذه الألياف في العضلات لا يشترك بنسبة من 10% إلى 15% عند الرياضين و 30% إلى 40% عند غير الرياضين، وهذه الألياف يمكن استثارتها للمشاركة في الانقباض العضلي بواسطة التنبيه الكهربائي.

.2تحسين التوافق الخارجي الذي يتم بين العضلات المختلفة

وأما بالنسبة للتوافق العصبي العضلي بين العضلات المختلفة، كما أنه عند تطبيق أية حركة رياضية في أية تمرين، فإنه أثناء الأداء تشترك مجاميع عديدة من العضلات، ويقوم الجهاز العصبي في هذا الأثناء بالسيطرة والتحكم في جميع هذه المجموعات العضلية؛ وذلك من أجل إنتاج أعلى مستوى من القوة العضلية، كما أن هذا الشيء يظهر بوضوح عند بداية التدريب الرياضي، حيث أنه في البداية يكون الرياضي بشكل عام غير قادر على إنتاج أعلى قوة في البداية لحين تمكن الجهاز العصبي من العمل على تنسيق العمل بين المجموعات العضلية المختلفة.

كما أنه عند عمل الرياضي على أداء تمارين مختلفة في جميع الرياضات، فإن الجهاز العصبي سوف يعمل على إصدار إشارات من أجل أن يتكيف الجسم مع هذه التمارين، حيث أن هذه التكيفات بشكل عام تنتج عند بدء الرياضي بالحركات بشكل كامل، وبهذه التكيفات يكون الجسم قادر على أداء كامل الحركات بالشكل المطلوب والكفاءة المطلوبة.

كما يعتبر تكيف عمل الجهاز العصبي من الأمور المهمة التي يجب أن تعمل بالكفاءة المطلوبة؛ وذلك من أجل أن يكون الرياضي قادر على أداء كافة المهارات بالشكل المطلوب، وذلك لأنه عدم وجود استثارات عصبية تنقل للجسم فإن الجسم بشكل عام لا يكون مؤهل أو قادر على القيام بكافة التمرينات بالشكل المطلوب، وعندما يؤدي الرياضي الحركات بالطريقة المناسبة هذا الشيء يدل على كفاءة عمل الجهاز العصبي.

ستظّل الدراسات الحديثة تكّشف لنا عن مدى العلاقة بين ممارسة الرياضة وبين وظائف الجهاز العصبي؛ إذ أثبتت أن ممارسة التمارين الرياضية بانتظام لها آثار إيجابية عديدة على الجهاز العصبي والوظائف العقلية.

تعمل ممارسة التمارين الرياضية على زيادة إنتاج الناقلات العصبية، وهي الرسائل الكيميائية التي تُسهل التواصل بين الخلايا العصبية في الدماغ. وهذا يؤدي إلى تحسين المزاج، وتقليل القلق، وزيادة الوظيفة الإدراكية، ونمو الخلايا العصبية والوصلات الجديدة، ما قد يعزز ذلك الذاكرة والتعلم.

بالإضافة إلى ذلك، ثبت أن التمارين الرياضية تقلل الالتهاب في الدماغ؛ وبالتالي حماية المرأة من الأمراض التنكسية العصبية مثل: "مرض الزهايمر، ومرض باركنسون".

بشكل عام، يمكن أن يكون للتمرين المنتظم تأثير عميق على صحة وعمل الجهاز العصبي والدماغ لدى المرأة.

من هذا المُنطلق، سنُطلعك عبر موقع " هي " على فوائد ممارسة التمارين الرياضة لتعزيز وظائف جهازك العصبي، وذلك من خلال كل من استشاري المخ والأعصاب الدكتور عصام محمد، ومدرب اللياقة البدنية محمود عبد الحليم من القاهرة.

ممارسة التمارين الرياضية تُحسن صحة الجهاز العصبي

وبحسب دكتور عصام، يُمكن أن يكون للتمارين الرياضية تأثير إيجابي على الجهاز العصبي بعدة طرق؛ أبرزها:

إنتاج المزيد من الإندروفين

تعمل التمارين المتنوعة على تقليل التوتر والقلق، اللذين من المعروف أنهما يؤثران سلبًا على الجهاز العصبي؛ فعند ممارسة التمارين الرياضية، يفرز جسمك الإندورفين، وهي مواد كيميائية في الدماغ تعمل كمسكنات طبيعية للألم، وتُحسن المزاج، وتُعزز الشعور بالرفاهية.

زيادة تدّفق الأكسجين

تُساهم جميع التمارين الرياضية في تحسين وظيفة الجهاز العصبي؛ وذلك عن طريق زيادة تدّفق الدم والأكسجين إلى الدماغ. وهذا يمكن أن يساعد على تحسين الوظيفة الإدراكية وصحة الدماغ، و تحسين نوعية النوم. وهو أمر مهم للصحة العامة والرفاهية، حيث يعتمد الجهاز العصبي بشكل كبير على النوم المريح ليعمل بشكل صحيح.

زيادة الحركة والإحساس بالجسم

تُساعد التمارين الرياضية على تحسين وظيفة الجهاز العصبي المحيطي، الذي يتحكم في الحركة والإحساس في الجسم؛ وبالتالي تحسين قوة العضلات ومرونتها وتنسيقها، ما قد يُعزز ذلك وظيفة الجهاز العصبي بشكل عام.

العلاقة طردية بين الناقلات العصبية وممارسة التمارين الرياضية

وأضاف دكتور عصام، أن التشاط البدني المُنتظم، يُمكن أن يزيد من إنتاج الناقلات العصبية مثل:"السيروتونين، والدوبامين، والنورإبينفرين"، المسؤولة عن تنظيم المزاج والتحفيز والانتباه، وتعزيز نمو الخلايا العصبية وصيانتها، والوظيفة الإدراكية والذاكرة.

فضلًا عن ذلك، ثبت أن التمارين الرياضية تقلل من التوتر والقلق عن طريق خفض مستويات هرمون التوتر الكورتيزول؛ وبالتالي تحسين جودة النوم من خلال تعزيز النوم العميق والأكثر راحة.

العلاقة إيجابية بين صحة العقل العصبي وممارسة الرياضة

وهنا أكد دكتور عصام، أن ممارسة الرياضة لها تأثير إيجابي على صحة العقل العصبي؛ إذ ربطت الدراسات الحديثة بين أهمية النشاط البدني المنتظم، وبين التحسينات في الوظيفة الإدراكية، وتنظيم المزاج، وتقليل التوتر.

ويرجع ذلك، إلى أن التمارين الرياضية تزّيد من تدفق الدم إلى الدماغ، ما يُعزز ذلك نمو خلايا عصبية جديدة والروابط بين الخلايا العصبية الموجودة. وهذا يُمكن أن يحسن الذاكرة والانتباه والوظيفة الإدراكية الشاملة. وبشكل عام، فإن دمج التمارين الرياضية بانتظام في نمط حياة المرأة يُمكن أن يكون له فوائد كبيرة لصحة العقل العصبي، وأيضًا الجهاز العصبي المركزي، والجهاز العصبي اللإرادي المسؤول المسؤول عن تنظيم وظائف الجسم، مثل: " معدل ضربات القلب والهضم والتنفس".

أبرز التأثيرات الإيجابية للممارسة الرياضية على صحة الدماغ والجهاز العصبي المركزي

وفي هذا السياق، أوضح دكتور عصام، أن تأثير التمرين على الجهاز العصبي المركزي كبير جدًا؛ بما في ذلك، التأثيرات الإيجابية التالية:

- زيادة إنتاج الناقلات العصبية مثل: "الدوبامين والسيروتونين والنورإبينفرين" المسؤولة عن تنظيم المزاج.
- تعزيز الوظيفة الإدراكية، بما في ذلك الذاكرة، والانتباه، والوظيفة التنفيذية.
- تقليل الالتهابات في الدماغ، وزيادة المرونة العصبية، والقدرة على التغيير والتكيف.
- تحسين أداء الأعصاب والتواصل بين الدماغ وبقية أعضاء الجسم.
- تقليل خطر الإصابة بالاعتلال العصبي المحيطي، وهي حالة تسبب الضعف والخدر والألم في اليدين والقدمين.
- تقليل خطر الإصابة بمتلازمة النفق الرسغي أو غيرها من الاضطرابات العضلية الهيكلية.

المحور السابع:

فيزيولوجية الجهاز الهرموني أثناء الجهد البدني

المقدمة

يُعدّ الجهاز الهرموني، أو ما يُعرف بالجهاز الغدّي الصمّ، أحد أهم الأجهزة التنظيمية في جسم الإنسان، إذ يعمل بالتكامل مع الجهاز العصبي للحفاظ على التوازن الداخلي .(Homeostasis) يعتمد هذا الجهاز على إفراز الهرمونات مباشرة في الدم، لتصل إلى خلايا وأنسجة بعيدة لتنظيم مختلف الوظائف الحيوية مثل النمو، الأيض، التكاثر، الاستجابة للضغط، وتنظيم مستوى الطاقة.

يرتكز فهم الفيزيولوجيا الهرمونية على آليات الإفراز، الانتقال، التأثير على الخلايا المستهدفة، ودور الارتجاع (Feedback)في الحفاظ على الاتزان الحيوي.

نظرة عامة على الجهاز الهرموني

تعريف الجهاز الهرموني

هو شبكة من الغدد الصمّاء التي تفرز مواد كيميائية (هرمونات) تتنقل عبر الدم لتُنظّم النشاط الفسيولوجي للجسم على المستويين الخلوي والعضوي.

الغدد الرئيسية في الجهاز الهرموني

يتكون الجهاز الهرموني من عدة غدد أبرزها:

1. **تحت المهاد(Hypothalamus)**

   يتحكم في الغدة النخامية ويعدّ حلقة الربط بين العصبي والهرموني.

2. **الغدة النخامية(Pituitary gland)**

   تُعرف بسيدة الغدد، وتُفرز هرمونات تنظم باقي الغدد.

3. **الغدة الدرقية(Thyroid)**

   مسؤولة عن الأيض والطاقة.

4. **الغدة الكظرية(Adrenal glands)**

   مسؤولة عن الاستجابة للضغط، الأدرينالين، والكورتيزول.

5. **البنكرياس(Pancreas)**

   ينظم مستوى السكر عبر الإنسولين والجلوكاجون.

6. **الغدد التناسلية (المبيضين والخصيتين)**

مسؤولة عن الهرمونات الجنسية والتكاثر.

7. **الغدة جارة الدرقية(Parathyroid)**

تتحكم بمستوى الكالسيوم في الدم.

فيزيولوجية الجهاز الهرموني أثناء الجهد البدني تتضمن تفاعلات معقدة بين الهرمونات المختلفة التي تفرزها الغدد الصماء استجابة للمجهود البدني. هذه التفاعلات تهدف إلى ضبط استجابة الجسم للتمارين وتحسين الأداء البدني. إليك أبرز الهرمونات التي تتفاعل أثناء الجهد البدني ووظائفها:

1.الأدرينالين والنورأدرينالين (Adrenaline and Norepinephrine)

- الإفراز :تفرز الغدة الكظرية الأدرينالين والنورأدرينالين استجابة للإجهاد أو التمارين الرياضية.
- الوظيفة: تعمل هذه الهرمونات على زيادة معدل ضربات القلب، وتوسيع الأوعية الدموية العضلية لزيادة تدفق الدم إلى العضلات، مما يساعد على تحسين الأداء البدني. كما تساهم في زيادة مستوى الطاقة عن طريق تحفيز تحلل الجليكوجين في الكبد.

2.الكورتيزول (Cortisol)

- الإفراز :يفرز الكورتيزول من الغدة الكظرية استجابة للإجهاد البدني، ويزيد مع شدة التمرين.
- الوظيفة :يُعرف بالكورتيزول بأنه هرمون التوتر، حيث يساعد في تنظيم مستويات السكر في الدم، ويساعد في تكسير البروتينات إلى أحماض أمينية لاستخدامها في إنتاج الطاقة. على الرغم من فوائده في الاستجابة للإجهاد، فإن زيادته المستمرة قد تؤدي إلى زيادة انهيار الأنسجة العضلية.

3.الأنسولين (Insulin)

- الإفراز :تفرز الغدة البنكرياسية الأنسولين بعد تناول الطعام أو خلال تمارين شاقة.
- الوظيفة :ينظم الأنسولين مستويات الجلوكوز في الدم، ويساعد على نقل الجلوكوز إلى الخلايا لاستخدامه كطاقة. أثناء الجهد البدني، قد ينخفض مستوى الأنسولين مؤقتًا لأن العضلات تستفيد مباشرة من الجلوكوز.

4.هرمون النمو (Growth Hormone)

- الإفراز :يفرز هرمون النمو من الغدة النخامية الأمامية.

- الوظيفة :يساهم هرمون النمو في بناء العضلات وزيادة حجم الأنسجة، كما أنه يعزز حرق الدهون. تزداد مستويات هذا الهرمون بشكل كبير أثناء التمارين عالية الكثافة، وهو مسؤول عن تحسين التعافي وزيادة قوة العضلات.

5.التستوستيرون (Testosterone)

- الإفراز :يُفرز التستوستيرون من الغدد التناسلية.
- الوظيفة :يعتبر هرمون التستوستيرون مهمًا للنمو العضلي وزيادة القوة. يساهم في تحفيز إنتاج البروتينات في العضلات، مما يساهم في بناء أنسجة عضلية جديدة بعد التمرين.

6.الاستروجين (Estrogen)

- الإفراز :يُفرز الاستروجين بشكل رئيسي من المبايض لدى النساء.
- الوظيفة :يلعب دورًا في صحة العظام وتوازن السوائل، ولكن تأثيره خلال الجهد البدني أقل وضوحًا مقارنة بالهرمونات الأخرى. يمكن أن يؤثر الاستروجين على مستوى القوة العضلية في بعض الحالات.

7.اللاكتات (Lactate)

- الإفراز :يُنتج اللاكتات (حمض اللاكتيك) أثناء النشاط البدني العالي الكثافة.
- الوظيفة :يتم إنتاج اللاكتات عندما يتم استخدام الجلوكوز لتوليد الطاقة بدون أكسجين (التمثيل الغذائي اللاهوائي). يساعد اللاكتات في توفير الطاقة خلال التمارين الشاقة، لكنه قد يتسبب في الشعور بالتعب والألم بعد التمرين.

8.الأنغيوتنسين (Angiotensin)

- الإفراز :يُفرز الأنغيوتنسين في الدم استجابةً لانخفاض ضغط الدم أو زيادة الحاجة إلى الأوكسجين.
- الوظيفة :يعمل الأنغيوتنسين على تضييق الأوعية الدموية لتحسين تدفق الدم إلى الأعضاء الحيوية مثل القلب والدماغ أثناء الجهد البدني، ويُعزز إفراز الألدوستيرون للحفاظ على توازن السوائل.

9.الألدوستيرون (Aldosterone)

- الإفراز :يُفرز الألدوستيرون من الغدة الكظرية.

- الوظيفة :ينظم الألدوستيرون توازن الصوديوم والبوتاسيوم في الجسم، مما يؤثر على ضغط الدم. يعزز إعادة امتصاص الصوديوم في الكلى أثناء الجهد البدني للحفاظ على توازن السوائل.

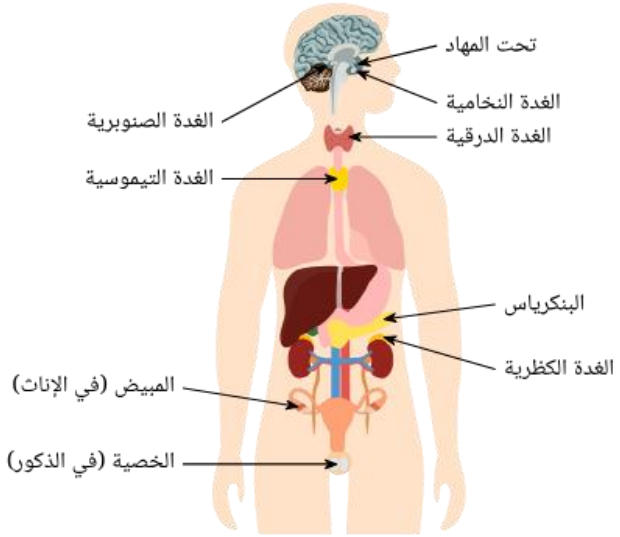
تأثيرات الجهد البدني على الهرمونات:

- تمارين شديدة وكثيفة :تزيد من إفراز الأدرينالين والكورتيزول، مما يساعد في توفير الطاقة اللازمة للجسم.
- تمارين طويلة المدى أو متوسطة الكثافة :تزداد مستويات هرمون النمو والتستوستيرون، مما يعزز من بناء العضلات وتحسين القدرة على التحمل.
- تمارين التحمل :تساعد في تقليل إفراز الأنسولين وزيادة حساسية الأنسولين في الجسم، مما يساهم في تحسين القدرة على استخدام الجلوكوز كمصدر طاقة.

جهاز الغدد الصماء

جهاز الغدد الصماء هو مجموعة من الغدد التي تنتج وتفرز الهرمونات التي يستخدمها الجسم لأداء مجموعة متنوعة من الوظائف.

يمكنك الاطِّلاع على الغدد الرئيسية في جهاز الغدد الصماء في الإنسان في الشكل 1 الموضح بالأسفل.



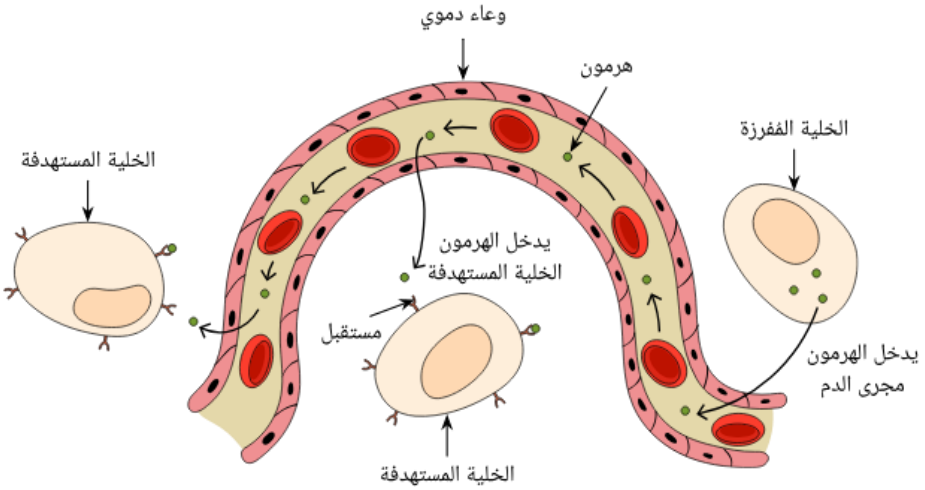
الشكل 1 :يوضِّح هذا الشكل بعض الغدد الرئيسية في جهاز الغدد الصمَّاء في الإنسان.

كما ترى في الشكل 1، توجد الغدد الصنوبرية والنخامية والدرقية والتيموسية، بالإضافة إلى تحت المهاد، عادةً لدى كل من الذكور والإناث. ويعمل البنكرياس أيضًا باعتباره غدة بالإضافة إلى وظائفه الهضمية الأخرى. يوجد لدى معظم البشر غدتان كظريتان، واحدة فوق كل كلية. عادة ما يوجد لدى الذكور خصيتان، بينما يوجد مبيضان لدى الإناث.

الهرمونات نواقل كيميائية تنتقل عبر الجسم لإحداث تأثيرات محددة. تُفرَز الهرمونات بسبب تنشيط الغدد عند حدوث تغير داخل الجسم، مثل ارتفاع تركيز الجلوكوز في الدم، أو عند تحفيز إحدى الغدد عن طريق هرمون آخر أو سيال عصبي.

تعريف: الهرمونات

الهرمونات نواقل كيميائية تنتقل عبر جسم الكائن الحي، من خلال الدم عادةً أو من خلال وسط انتقال آخر.
بمجرد إفراز الهرمونات من الغدة، فإنها تنتقل في وسط انتقال سائل، عادة ما يكون بلازما الدم، للتأثير على الأعضاء أو الخلايا المستهدفة. وبمجرد وصول الهرمونات إلى الخلايا المستهدفة، فإنها ترتبط بالمستقبلات داخل الخلية أو بسطح غشاء الخلية. وتشتق كلمة «هرمون» من كلمة يونانية تعني تحفيز النشاط، فالهرمونات «تُنشِّط» تأثيرات في أماكن أخرى من الجسم تختلف عن مكان إفرازها عن طريق الارتباط بمستقبلات هذه الخلايا المستهدفة.
يمكنك هنا مشاهدة شكل يوضح مخططًا لكيفية انتقال الهرمونات في جميع أجزاء الجسم في الشكل 2.



الشكل 2 :يوضح هذا الشكل كيف تنتقل الهرمونات عبر مجرى الدم، من الخلايا المفرزة في الغدد، حيث ترتبط بالمستقبِلات الموجودة داخل الخلايا المستهدفة أو عليها من أجل إحداث تأثير.

مثال ١: تعريف مصطلح «الهرمون»

بالإشارة إلى جهاز الغدد الصماء في الإنسان، أيٌّ من الآتي يُعرِّف مصطلح الهرمون؟

1. الهرمون هو نوع من النواقل العصبية المُستخدَمة للتواصل بين الخلايا العصبية المختلفة.
2. الهرمون هو نبض كهربي ينتقل من غدة صماء إلى خلايا مُعيَّنة في الجسم عن طريق الجهاز العصبي.
3. الهرمون هو ناقل كيميائي ينتقل من الغدد الصماء إلى الأعضاء المُستهدَفة عن طريق مجرى الدم.
4. الهرمون هو عامل حفَّاز حيوي يستخدمه الجسم لتسريع مُعدَّل التفاعلات الكيميائية.

مصطلح رئيسي: الغدة الصماء

الغدة الصماء مجموعة من الخلايا المتخصصة التي تفرز الهرمونات في الدم.

تُنتج الغدة الخارجية الإفراز موادَّ مثل الإنزيمات، وتفرزها عبر قناة على سطح الجسم. ويمكن أن تكون هذه الأسطح داخلية، مثل الفم، حيث تفرز الغدد اللعابية الخارجية الإفراز اللعاب عبر قنوات. وقد تكون هذه الأسطح خارجية، مثل الجلد، حيث تفرز غدد العرق الخارجية العرق، عبر قنوات أيضًا.

الغدة الخارجية الإفراز

الغدة الخارجية الإفراز هي مجموعة من الخلايا المتخصصة التي تفرز المواد عبر قناة.

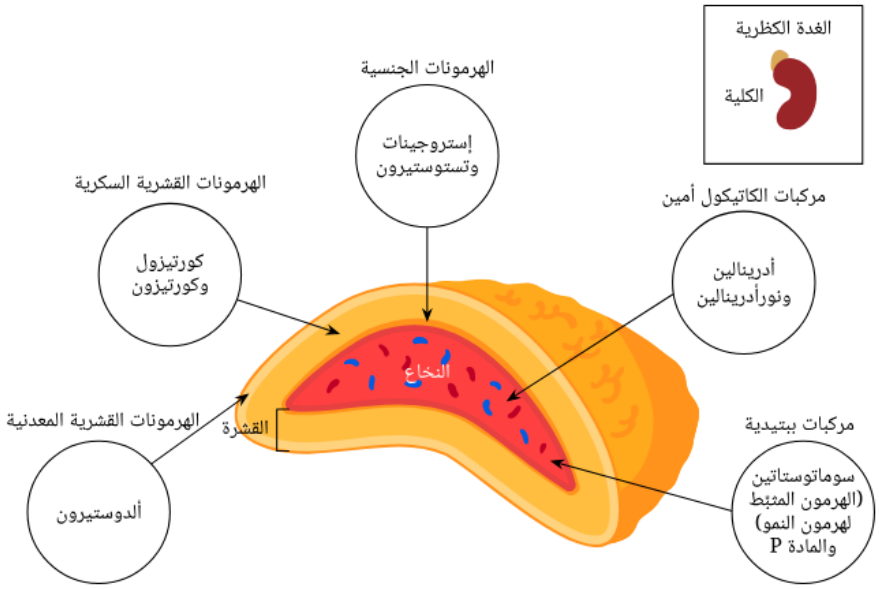
وأخيرًا، الغدد المختلطة هي تلك التي يمكن أن يكون لها وظائف كل من الغدد الصماء والغدد الخارجية الإفراز.

الغدة المختلطة

الغدة المختلطة هي مجموعة من الخلايا المتخصصة القادرة على القيام بوظائف كل من الغدد الصماء، أي إفراز الهرمونات في الدم، والغدد الخارجية الإفراز، أي إفراز مواد أخرى، مثل الإنزيمات، عبر قناة.

والآن بعد أن عرفنا أن الغدة يمكن أن تكون صماء، أو خارجية الإفراز، أو مختلطة، لنلقِ نظرة على أمثلة محدَّدة للغدد الصماء والغدد المختلطة داخل جهاز الغدد الصماء.

لنلقِ نظرة على بعض الأمثلة على الغدد الصماء أولًا، ونبدأ بالغدد الكظرية التي يمكنك رؤيتها في الشكل 3.



الشكل 3 :يوضح هذا الشكل التركيب الأساسي للغدة الكظرية وبعضًا من الهرمونات العديدة التي تفرزها.

عادة يكون لدى الإنسان غدتان كظريتان، واحدة فوق كل كلية، كما هو موضح في الشكل 1. تحتوي كل غدة كظرية على جزء خارجي يسمى قشرة الغدة الكظرية، وجزء داخلي يسمى نخاع الغدة الكظرية، وهما مسئولان عن إفراز هرمونات مختلفة لها وظائف مختلفة تمامًا. يمكنك أن ترى مخططًا للهرمونات التي ينتجها كل جزء في الشكل 3 الموضح بالأعلى.

على سبيل المثال، الكورتيزول هرمون تفرزه قشرة الغدة الكظرية، وهو المسئول عن تنظيم عملية أيض الكربوهيدرات واستخدام الدهون والبروتينات مصدرًا للطاقة. والأدرينالين هرمون آخر يفرز من نخاع الغدة الكظرية وهو مسئول عن استجابة الكر أو الفر في جسم الإنسان، وهو ما يسمح لنا بالاستجابة للمواقف المسبِّبة للتوتر.

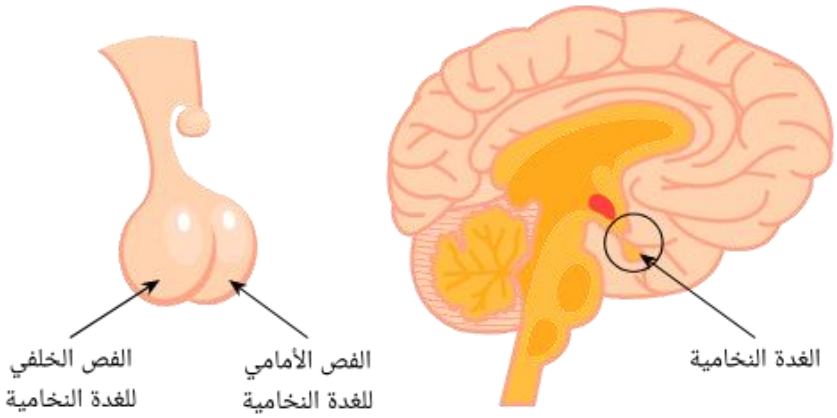
ربما تكون قد لاحظت أن هناك العديد من الغدد الصماء في الشكل 1 توجد في كل من الذكور والإناث. لكن لدى الذكور غدد تسمى الخصيتين، ومفردها خصية، ولدى الإناث غدد تسمى المبيضين ومفردها مبيض. هذه الغدد تشكل جزءًا من الجهاز التناسلي الذكري والأنثوي، على الترتيب، وتسمى مجتمعةً «المناسل.«

وتفرز المناسل الذكرية، وهي الخصيتان، هرمونات تسمى الأندروجينات. والأندروجينات يمكن أن تكون التستوستيرون، والأندروستينديون، وهرمونات أخرى تعمل معًا للتحكم في نمو الأعضاء التناسلية الذكرية وظهور الصفات الجنسية الثانوية عند البلوغ، مثل شعر الوجه أو خشونة الصوت

وتفرز المناسل الأنثوية، وهي المبيضان، هرمونين رئيسيين: الإستروجين والبروجسترون. يتسبب الإستروجين في ظهور الصفات الجنسية الثانوية عندما وصول المرأة سن البلوغ مثل نمو أنسجة الثدي. يلعب كل من الإستروجين والبروجسترون بالإضافة إلى هرمونين يفرزان من الغدة النخامية وهما الهرمون المنشِّط للحويصلة (FSH) والهرمون المنشِّط للجسم الأصفر (LH) ، دورًا مهمًّا في تنظيم دورة الطمث وإعداد جسم الأنثى لاحتمالية حدوث حمل.
والريلاكسين هرمون آخر يفرَز من المبايض، ومن المشيمة أيضًا، أثناء الحمل. والريلاكسين مسئول بالأساس عن ارتخاء أجزاء الجهاز التناسلي الأنثوي، في نهاية الحمل، لتسهيل ولادة الطفل.

تكون الغدة النخامية من فصين: الفص الأمامي، والفص الخلفي. ترتبط الغدة النخامية ارتباطًا وثيقًا بجزء من الدماغ يسمى تحت المهاد. وتتكوَّن بعض الهرمونات عن طريق تحت المهاد، وتخزن في الفص الخلفي للغدة النخامية، لإفرازها في الدم عند الحاجة. وأحد هذه الهرمونات هو الهرمون المضاد لإدرار البول(ADH) ، والمسئول عن التحكم في إعادة امتصاص الماء في مجرى الدم عن طريق الكليتين.

وتسمى الغدة النخامية أحيانًا باسم «سيدة الغدد» لأنها تتحكم في نشاط معظم الغدد الصماء الأخرى. على سبيل المثال، يفرز الفص الأمامي من الغدة النخامية الهرمون المنبه لقشرة الغدة الكظرية، الذي يحفز الغدد الكظرية لإفراز الهرمونات الأخرى. تفرز الغدة نفسها أيضًا هرمونات النمو التي تنظم النمو عن طريق أيض البروتينات. هذان اثنان فقط من الهرمونات السبعة التي يفرزها الفص الأمامي للغدة النخامية وحده.



تحديد وظائف الهرمونات في جسم الإنسان

أي من الآتي **ليس** وظيفة من وظائف الهرمونات في جسم الإنسان؟

1. نقل الإشارات الكهربية بين الخلايا العصبية.
2. المساعدة في الحفاظ على استقرار بيئة الجسم الداخلية.
3. تحفيز ظهور الصفات الجنسية الثانوية.
4. تنظيم الوظائف الأيضية.

آليات إفراز وانتقال الهرمونات

أنواع الهرمونات حسب البنية الكيميائية

تنقسم الهرمونات إلى:

1. **هرمونات ببتيدية/بروتينية**)مثل الإنسولين(
2. **هرمونات ستيرويدية**)مثل الكورتيزول – الإستروجين(
3. **هرمونات مشتقة من الأحماض الأمينية**)مثل هرمون الغدة الدرقية والأدرينالين(

كيفية انتقال الهرمونات في الدم

- الهرمونات الببتيدية تنتقل حرة في البلازما.
- الهرمونات الستيرويدية ترتبط ببروتينات ناقلة.(Albumin – Globulins)
- هرمونات الغدة الدرقية ترتبط بقوة ببروتينات خاصة.(TBG)

تأثير الهرمونات على الخلايا المستهدفة

تعمل الهرمونات عبر:

1. **مستقبلات سطحية**)للهرمونات الببتيدية) ← مسارات داخل خلوية مثل cAMP و.IP3
2. **مستقبلات داخل نواة الخلية**)للستيرويدات) ← تنشيط أو تثبيط الجينات.
3. **مستقبلات على الميتوكوندريا أو السيتوبلازم**)مثل هرمونات الدرقية.(

التنظيم الهرموني والارتجاع البيولوجي

الارتجاع السلبي(Negative feedback)

الآلية الأكثر شيوعاً في تنظيم الهرمونات، مثال:

- انخفاض ← T3/T4 تحفيز TSH من النخامية ← رفع نشاط الغدة الدرقية.
- ارتفاع مستوى السكر ← إفراز الإنسولين ← خفض السكر ← توقف إفراز الإنسولين.

الارتجاع الإيجابي(Positive feedback)

أقل حدوثاً، مثال:

- هرمون الأوكسيتوسين أثناء الولادة يزيد انقباضات الرحم ← يزيد إفراز الأوكسيتوسين.

التكامل بين العصبي والهرموني

- الجهاز العصبي مسؤول عن الاستجابة السريعة.

- الجهاز الهرموني مسؤول عن التأثير الطويل المدى.

مثال:

الضغط النفسي ← تحفيز اللوزة الدماغية ← تنشيط محور تحت المهاد – النخامية – الكظرية ← (HPA) إفراز الكورتيزول.

فيزيولوجيا الغدد أثناء النشاط الحيوي

تنظيم الأيض والطاقة

تشارك الغدد في التحكم بمستوى الطاقة عبر:

- هرمون الثيروكسين :يزيد الاستقلاب الأساسي.
- الإنسولين والجلوكاجون :يضبطان السكر في الدم.
- الكورتيزول :يرفع مستوى الجلوكوز عبر تحلل الغليكوجين والبروتينات.

الاستجابة للضغط والإجهاد

الغدة الكظرية تفرز:

- الأدرينالين :استجابة سريعة.(Fight or flight)
- الكورتيزول :استجابة بطيئة طويلة المدى.

الوظائف التكاثرية

يتحكم الجهاز الهرموني بـ:

- الدورة الشهرية
- الحمل والولادة
- نمو الصفات الجنسية
- إنتاج الحيوانات المنوية والبويضات

التكيفات الهرمونية مع الجهد البدني

عند بداية الجهد

يزداد إفراز:

- الأدرينالين
- النورأدرينالين

- الكورتيزول
- الجلوكاجون

وينخفض الإنسولين للحفاظ على مستوى السكر أثناء النشاط.

أثناء الجهد

الجسم يحتاج طاقة أكبر، لذلك:

- الغدة الدرقية ترفع معدل الاستقلاب.
- الكورتيزول يحفز تحرير الطاقة.
- الهرمونات الجنسية تساهم في نمو العضلات وتجديد الأنسجة.

بعد الجهد (فترة الاستشفاء)

يرتفع إفراز:

- هرمون النمو(GH)
- التستوستيرون
- لتحفيز البناء العضلي وترميم الأنسجة.

فيزيولوجية الجهاز الهرموني أثناء الجهد البدني تتضمن تفاعلات معقدة بين الهرمونات المختلفة التي تفرزها الغدد الصماء استجابة للمجهود البدني. هذه التفاعلات تهدف إلى ضبط استجابة الجسم للتمارين وتحسين الأداء البدني. إليك أبرز الهرمونات التي تتفاعل أثناء الجهد البدني ووظائفها:

1.الأدرينالين والنورأدرينالين (Adrenaline and Norepinephrine)

- الإفراز :تفرز الغدة الكظرية الأدرينالين والنورأدرينالين استجابة للإجهاد أو التمارين الرياضية.
- الوظيفة: تعمل هذه الهرمونات على زيادة معدل ضربات القلب، وتوسيع الأوعية الدموية العضلية لزيادة تدفق الدم إلى العضلات، مما يساعد على تحسين الأداء البدني. كما تساهم في زيادة مستوى الطاقة عن طريق تحفيز تحلل الجليكوجين في الكبد.

2.الكورتيزول (Cortisol)

- الإفراز :يفرز الكورتيزول من الغدة الكظرية استجابة للإجهاد البدني، ويزيد مع شدة التمرين.
- الوظيفة :يُعرف بالكورتيزول بأنه هرمون التوتر، حيث يساعد في تنظيم مستويات السكر في الدم، ويساعد في تكسير البروتينات إلى أحماض أمينية لاستخدامها في إنتاج الطاقة. على الرغم من فوائده في الاستجابة للإجهاد، فإن زيادته المستمرة قد تؤدي إلى زيادة انهيار الأنسجة العضلية.

3.الأنسولين (Insulin)

- الإفراز :تفرز الغدة البنكرياسية الأنسولين بعد تناول الطعام أو خلال تمارين شاقة.
- الوظيفة :ينظم الأنسولين مستويات الجلوكوز في الدم، ويساعد على نقل الجلوكوز إلى الخلايا لاستخدامه كطاقة. أثناء الجهد البدني، قد ينخفض مستوى الأنسولين مؤقتًا لأن العضلات تستفيد مباشرة من الجلوكوز.

4.هرمون النمو (Growth Hormone)

- الإفراز :يفرز هرمون النمو من الغدة النخامية الأمامية.
- الوظيفة :يساهم هرمون النمو في بناء العضلات وزيادة حجم الأنسجة، كما أنه يعزز حرق الدهون. تزداد مستويات هذا الهرمون بشكل كبير أثناء التمارين عالية الكثافة، وهو مسؤول عن تحسين التعافي وزيادة قوة العضلات.

5.التستوستيرون (Testosterone)

- الإفراز :يُفرز التستوستيرون من الغدد التناسلية.
- الوظيفة :يعتبر هرمون التستوستيرون مهمًا للنمو العضلي وزيادة القوة. يساهم في تحفيز إنتاج البروتينات في العضلات، مما يساهم في بناء أنسجة عضلية جديدة بعد التمرين.

6.الاستروجين (Estrogen)

- الإفراز :يُفرز الاستروجين بشكل رئيسي من المبايض لدى النساء.
- الوظيفة :يلعب دورًا في صحة العظام وتوازن السوائل، ولكن تأثيره خلال الجهد البدني أقل وضوحًا مقارنة بالهرمونات الأخرى. يمكن أن يؤثر الاستروجين على مستوى القوة العضلية في بعض الحالات.

7.اللاكتات (Lactate)

- الإفراز :يُنتج اللاكتات (حمض اللاكتيك) أثناء النشاط البدني العالي الكثافة.
- الوظيفة :يتم إنتاج اللاكتات عندما يتم استخدام الجلوكوز لتوليد الطاقة بدون أكسجين (التمثيل الغذائي اللاهوائي). يساعد اللاكتات في توفير الطاقة خلال التمارين الشاقة، لكنه قد يتسبب في الشعور بالتعب والألم بعد التمرين.

8.الأنغيوتنسين (Angiotensin)

- الإفراز :يُفرز الأنغيوتنسين في الدم استجابةً لانخفاض ضغط الدم أو زيادة الحاجة إلى الأوكسجين.

- الوظيفة :يعمل الأنغيوتنسين على تضييق الأوعية الدموية لتحسين تدفق الدم إلى الأعضاء الحيوية مثل القلب والدماغ أثناء الجهد البدني، ويُعزز إفراز الألدوستيرون للحفاظ على توازن السوائل.

9.الألدوستيرون (Aldosterone)

- الإفراز :يُفرز الألدوستيرون من الغدة الكظرية.
- الوظيفة :ينظم الألدوستيرون توازن الصوديوم والبوتاسيوم في الجسم، مما يؤثر على ضغط الدم. يعزز إعادة امتصاص الصوديوم في الكلى أثناء الجهد البدني للحفاظ على توازن السوائل.

تأثيرات الجهد البدني على الهرمونات:

- تمارين شديدة وكثيفة :تزيد من إفراز الأدرينالين والكورتيزول، مما يساعد في توفير الطاقة اللازمة للجسم.
- تمارين طويلة المدى أو متوسطة الكثافة :تزداد مستويات هرمون النمو والتستوستيرون، مما يعزز من بناء العضلات وتحسين القدرة على التحمل.
- تمارين التحمل :تساعد في تقليل إفراز الأنسولين وزيادة حساسية الأنسولين في الجسم، مما يساهم في تحسين القدرة على استخدام الجلوكوز كمصدر طاقة.

الخاتمة

يلعب الجهاز الهرموني دورًا جوهرياً في الحفاظ على توازن الجسم وتنظيم وظائفه الحيوية عبر إفراز الهرمونات التي تصل إلى الأعضاء المستهدفة بآليات دقيقة ومنظمة. وتساهم هذه الهرمونات في تنظيم الأيض، النمو، التكاثر، الاستجابة للضغط، وضبط مستوى الطاقة. كما يتفاعل الجهاز الهرموني مع مختلف الظروف البيئية، خاصة الجهد البدني، من خلال رفع أو خفض إفراز الهرمونات بما يتناسب مع حاجة الجسم. ويُعدّ فهم هذه الفيزيولوجيا أساساً لطلاب العلوم الطبية، البيولوجيا، التربية البدنية، والباحثين في مجالات الصحة.

المحور الثامن:

التكيفات الوظيفية اثناء الظروف الطبيعية

النمو والتطور والنضج هي المصطلحات المستخدمة لوصف التغيرات التي تحدث في جسم الإنسان من الحمل إلى مرحلة البلوغ.

الطفل لديه فرص كبيرة للتكيف. أثناء النمو ، يخزن الطفل ملايين المعلومات من أجل وضع العناصر المختلفة التي تجعله كائنا فريدا ومستقلا بلطف وبالسرعة التي تناسبه.

من الممكن مساعدته على تحسين تطوير مهاراته الحركية المستقبلية وإعداد نموه.

النشاط البدني والرياضة مفيدان للنمو الفسيولوجي والنفسي للطفل.

التدريب المنتظم ليس له تأثير واضح على نمو الطول ، ولكنه يمكن أن يؤثر على الوزن وتكوين الجسم.

فيما يتعلق بالنضج ، لا يتم تعديل العمر الذي يحدث فيه ذروة النمو عن طريق الممارسة البدنية ، ولا نضوج الهيكل العظمي.

النتائج المتعلقة بتأثير التدريب على النضج الجنسي ليست واضحة بعد.

ومع ذلك ، يجب احترام مراحل النمو المختلفة دون فرض رياضة تنافسية على الطفل مبكرة جدا.

إن أهمية المسابقات الرياضية ، بين الشباب ، تجعل من الضروري معرفةالأسس الفسيولوجية لنموها وتطورها. كل عمر ،كلملعبمنتطورشرقفريد.

تملي القدرات الفسيولوجية تطور ونمو الأنسجة والأعضاء المختلفة ، سواء كانت عظمية أو عضلية أو عصبية.

يجلب نمو الطفل تطورا في القوة والمهارات الهوائية واللاهوائية ولكن أيضا الحركية

ولتحديد القدرات البدنية للطفل بشكل صحيح والتأثير الذي يمكن أن تحدثه الرياضة عليه ، من الضروري أولا وصف نمو وتطور الأنسجة المختلفة.

تكوين الجسم:نمو وتطور الأنسجة المختلفة

الطول والوزن

النمو في الحجم سريع جدا خلال السنوات 2 الأولى. في عمر عامين يصل الطفل إلى حوالي نصف طوله البالغ. ثم تتباطأ سرعة النمو لتتسارع مرة أخرى خلال فترة البلوغ قبل أن تنخفض بسرعة كبيرة ، حتى يتم إلغاؤها عند الوصول إلى الحجم النهائي.

يبلغ معدل النمو الأقصى في الطول حوالي 12 عاما للفتيات و 14 عاما للفتيان. يتم الوصول إلى الحد الأقصى للحجم بشكل عام حول

16.5 سنة للبنات و 18 سنة للأولاد.

يتبع منحنى النمو في الوزن حركية مماثلة لمنحنى الحجم. يحدث معدل نمو الذروة في الوزن حوالي 12 عاما عند الفتيات و 14.5 عاما عند الأولاد.

نضج الفتيات هو 2 إلى 2.5 سنة قبل البنين

أنسجة العظام

تشكل العظام والمفاصل والغضاريف والأربطة الدعم الهيكلي للجسم. تزود العظام العضلات بنقاط التثبيت الخاصة بها ، وتحمي الأنسجة الحساسة ، وهي خزانات للكالسيوم والفوسفور. ويشارك البعض أيضا في تكوين خطوط خلايا الدم.

يختلف التعظم بمرور الوقت ، اعتمادا على العظام المختلفة ، وتبدأ هذه في اللحام في مرحلة المراهقة المبكرة ويكتمل التعظم الكلي حوالي 20 عاما ، وتكتمل هذه العملية ، في المتوسط ، قبل بضع سنوات عند الفتيات.

الكالسيوم هو عنصر غذائي أساسي ، خاصة خلال فترات نمو العظام وفي وقت لاحق من الحياة عندما تبدأ العظام في الضعف تحت تأثير العمر. التغذية السليمة ضرورية لنمو العظام الطبيعي.

التمرين يعزز نمو العظام بشكل جيد ، ويعزز نمو السماكة ويزيد من كثافة العظام وبالتالي مقاومتها.

يعتبر البلوغ وقتا جيدا بشكل خاص لنمو العظام استجابة لممارسة الرياضة.

الأنسجة العضلية

تحدث غالبية مكاسب كتلة العضلات في سن البلوغ. وهي تتوافق مع الزيادة المفاجئة بمقدار 10 أضعاف في إنتاج هرمون التستوستيرون. لا يلاحظ هذه الظاهرة في الفتيات.

اكتساب كتلة العضلات هو نتيجة تضخم ألياف العضلات الموجودة التي يزيد من حيرات العضلات ومحتوى الليفة العضلية.

تطول العضلات بفضل ظهور القطع العضلية الجديدة وزيادة طول القطع العضلية الموجودة مسبقا.

تبلغ كتلة العضلات ذروتها بين سن 16 و 20 في الفتيات وبين سن 18 و 25 في الأولاد. ومع ذلك ، فمن الممكن زيادته بعد هذه الأعمار من خلال التدريب والنظام الغذائي.

الأنسجة الدهنية

يمكن أن تزيد الخلايا الدهنية في الحجم والعدد طوال الحياة

يتم تخزين الدهون عن طريق زيادة حجم الخلايا الدهنية الموجودة مسبقا. عندما تكون هذه مشبعة فإنه يؤدي إلى ظهور خلايا جديدة.

يعتمد مدى رواسب الدهون المتراكمة على:

1. النظام الغذائي
2. جودة النشاط البدني
3. الوراثه

لا يمكننا فعل أي شيء ضد الوراثة ولكن يمكننا العمل على النظام الغذائي ومستوى النشاط البدني
عند النضج ، يكون معدل الدهون في الجسم 15٪للأولادو 25٪للفتيات،وهذهالاختلافاتمنأصلهرمونيخاصبكلجنس.
يؤثر ارتفاع هرمون الاستروجين عند البلوغ عند الفتيات على كتلة العضلات ويعزز بشكل خاص زيادة الأنسجة الدهنية

الأنسجة العصبية

مع تطور الجهاز العصبي ، تتحسن صفات التوازن والمرونة والمهارات الحركية والتنسيق ،
من الضروري الوصول إلى نهاية الميالين من الألياف العصبية بحيث يمكن أن تتطور الإجراءات السريعة والحركات المتخصصة.

التكيفات الفسيولوجية لممارسة الرياضة

تتطور معظم الوظائف الفسيولوجية حتى النضج ، ثم تظل على نفس المستوى ، قبل أن تنخفض مع تقدمهم في العمر.
تتغير بعض العروض خلال فترة النمو ، مثل:

1. قوة؛
2. وظائف القلب والأوعية الدموية والجهاز التنفسي.
3. وظيفة التمثيل الغذائي بما في ذلك القدرة الهوائية والقدرة اللاهوائية.

شدة

تزداد القوة مع زيادة كتلة العضلات مع تقدم العمر ، ويتم الوصول إلى ذروة القوة حوالي 20 عاما لدى النساء وبين 20 و 30 عاما لدى الرجال.
تتحسن القوة أكثر بكثير عند البلوغ عند الأولاد ، بسبب التغيرات الهرمونية التي تحدث خلال هذه الفترة والتي تؤدي إلى تطور أكبر بكثير في كتلة العضلات لدى الرجال.
نظرا لأن القدرات العضلية تعتمد على نضوج الجهاز العصبي ، فمن المستحيل تطوير نقاط قوة وقوى مهمة للغاية ، طالما أن الجهاز العصبي للطفل لم يصل إلى مرحلة النضج الكامل.
في الشباب لا توجد زيادة في كتلة العضلات وأبعادها ولكن التقدم يفضل أن يكون بسبب:

1. تحسين التنسيق الحركي;
2. المزيد من نشاط الوحدات الحركية (وزيادة الأعداد) ؛
3. إلى التكيفات العصبية التي لا تزال غير محددة

ترتبط مكاسب القوة لدى المراهقين في المقام الأول بتكيفات الأعصاب وزيادة أبعاد العضلات ، من 20 إلى 35 عاما ، ينخفض الأداء في أنشطة القوة بحوالي 1٪إلى 2٪سنويا.
من أجل تطوير القوة لدى الأطفال قبل سن البلوغ ، هناك قواعد معينة لرعاية

4. من الأفضل التدريب من 2 إلى 3 مرات في الأسبوع لمدة 20 إلى 30 دقيقة
5. لا تقم أبدا بزيادة الأحمال حتى يتم إتقان التقنية ، يمكن أن يتضمن كل تمرين من 2

إلى 3 مجموعات من 6 إلى 15 تكرارا ؛

6. عندما يكون الطفل قادرا على تكرار التمرين 15 مرة ، يمكن زيادة الحمل من 0.5 إلى 1.4 كجم

وظائف القلب والأوعية الدموية والجهاز التنفسي

في الراحة وممارسة ضغط الدم أقل عند الأطفال ، فإنه يتطور إلى قيم البالغين خلال فترة المراهقة.
يرتبط ضغط الدم بأبعاد الجسم.
أبعاد القلب وكذلك إجمالي حجم الدم للطفل أقل ، وبالتالي فإن حجم القذف الانقباضي أقل أيضا من حجم الكبار.

كتعويض ، يكون معدل ضربات القلب أعلى عند الأطفال للسماح بإمدادات كافية من الأكسجين أثناء التمرين ، ويتم تحويل نسبة أعلى من النتاج القلبي إلى المنطقة العضلية
يزداد حجم الرئة حتى مرحلة البلوغ ، في مرحلة البلوغ ترتبط التهوية إلى أقصى قدر من التمارين ارتباطا مباشرا بالطول

وظيفة التمثيل الغذائي / اللياقة الهوائية

الهدف من التكيفات القلبية الوعائية والتنفسية التي تحدث على مستويات مختلفة من التمارين ، وتلبية الطلب على الأكسجين العضلي ،التدريب الهوائي في مواضيع ما قبل البلوغ ليس له أي تأثير على قيم VO2max. ومع ذلك ، بدون زيادة في VO2max ، هناك تحسن في أداء السباق بسرعات أعلى. ولكن لا يزال أقل بكثير (5 ٪إلى 15 ٪) منالمراهقينوالبالغين (15 ٪إلى 25 ٪).
لا يحدث التقدم في VO2max حتى سن البلوغ ، وتزداد القدرة الهوائية في نفس الوقت.
إن نضوج وظائف القلب والجهاز التنفسي أثناء النمو هو الذي يساعد على تطوير القدرة الهوائية.
معبرا عنها في L.min−1 ، يصل VO2max إلى أقصى قيمة له بين 17 و 21 عاما عند الأولاد ، وبين 12 و 15 عاما عند الفتيات ثم ينخفض تدريجيا

– وظيفة التمثيل الغذائي / اللياقة اللاهوائية

الأطفال لديهم قدرات لاهوائية محدودة ، تمرين أقصى أو دون الحد الأقصى ، لا يصل الطفل إلى نفس تركيزات اللاكتات مثل الكبار ، سواء في العضلات أو في الدم.
هذا يعكس انخفاض نشاط تحلل السكر. وتعكس التركيزات المنخفضة من اللاكتات تركيزات أقل من الفوسفوفركتوكيناز ، وهو إنزيم رئيسي في تحلل السكر.
تركيزات ATP و PCr ، والتي تعد واحدة من العوامل الأساسية للأداء في الأنشطة المتفجرة ، متطابقة مع تلك الموجودة في البالغين.
من ناحية أخرى ، فإن الطفل محروم في الأنشطة التي تتطلب تحلل السكر

الضعف

1. عدم وجود تنسيق حركي يزيد من إنفاق الطاقة أثناء الحركة أو الجري.
2. تكيف حراري منخفض مع ارتفاع خطر الجفاف من البالغين وحساسية أكبر للبرد.
3. انخفاض قوة العضلات.
4. انخفاض vo2Max.
5. ارتفاع معدل ضربات القلب أثناء الراحة.
6. حساسية أكثر تواترا من نوع الربو.
7. ضعف الوضع الذي يمكن أن يؤدي إلى اضطرابات العمود الفقري.
8. التعرض لأمراض النمو.

نقاط القوه

9. طعم عفوي لاكتشاف جسده وإمكانياته الجسدية.
10. قبل سن البلوغ القليل من التمايز بين الفتيات والفتيان حتى الاختلاط ممكن عند ممارسة الألعاب أو الرياضة.
11. الحكمة الطبيعية تحد من الإفراط في التدريب
12. انتعاش جيد .
13. مرونة عامة أكبر مع التراخي العظمي المفصلي.
14. طعم اللعبة دون أي فكرة عن الأداء.

المحور التاسع:

التكيفات الوظيفية في الرطوبة أثناء الجهد البدني

1.تعريف الرطوبة

- الرطوبة الجوية: كمية بخار الماء الموجودة في الهواء.
- تقاس عادة بـ الرطوبة النسبية (%) وهي نسبة بخار الماء الحالي إلى الحد الأقصى الممكن عند درجة حرارة معينة.
- كلما ارتفعت درجة الحرارة، زادت قدرة الهواء على حمل بخار الماء.

2.العلاقة بين الرطوبة والحرارة

- الرطوبة لا تزيد درجة الحرارة الفعلية لكنها تعيق تبخر العرق،
- ما يقلل من قدرة الجسم على تبديد الحرارة أثناء الجهد البدني.
- في الأجواء الرطبة، ترتفع الحرارة الداخلية للجسم بسرعة أكبر.

التأثيرات الحادة للرطوبة أثناء الجهد البدني

1.على الجهاز الحراري

- تبخر العرق هو الآلية الرئيسية لتبريد الجسم.
- في الرطوبة العالية، ينخفض معدل التبخر بسبب تشبع الهواء ببخار الماء.
- يؤدي ذلك إلى:
  - ارتفاع درجة حرارة الجسم (Hyperthermie).
  - زيادة إنتاج العرق دون فعالية في التبريد.
  - فقدان الماء والأملاح ($^{+}Na^{+}$, Cl^{-}, K) بشكل كبير.

2.على الجهاز القلبي الوعائي

- زيادة معدل ضربات القلب (FC) لتعويض فقدان البلازما بالعرق.
- انخفاض حجم الضربة الواحدة (VS) ← انخفاض النتاج القلبي الفعّال.
- زيادة تدفق الدم إلى الجلد على حساب العضلات لتبديد الحرارة.

- خطر الإجهاد القلبي الحراري عند الجهد الطويل.

.3على الجهاز العضلي

- انخفاض في تزويد العضلات بالأوكسجين بسبب إعادة توزيع الدم نحو الجلد.
- تراكم أسرع لحمض اللاكتيك بسبب ضعف الإمداد الأوكسجيني.
- تباطؤ النشاط الإنزيمي داخل العضلات نتيجة ارتفاع الحرارة الداخلية.

.4على الأداء

- انخفاض في القدرة الهوائية (VO_2max) بنسبة 5–10%.
- تراجع القدرة على التحمل، وزيادة الإحساس بالتعب.
- احتمالية الإصابة بالتشنجات الحرارية أو ضربة الشمس.

التكيفات الفسيولوجية المزمنة مع الرطوبة

عند التعرض المتكرر أو الإقامة الطويلة في بيئة رطبة، يحدث تأقلم حراري (Acclimatation) تدريجي يشمل أنظمة الجسم كافة.

.1التكيفات القلبية والدورانية

- انخفاض تدريجي في معدل ضربات القلب أثناء الجهد.
- تحسن حجم الضربة الواحدة بفضل زيادة حجم البلازما الدموية.
- تحسين توزيع الدم بين الجلد والعضلات.

.2التكيفات الحرارية

- تحسن كفاءة العرق: يبدأ إفرازه باكرًا عند درجات حرارة أقل.
- زيادة عدد الغدد العرقية النشطة وتحسن تركيب العرق (أقل فقدًا للأملاح).
- تحسن قدرة الجسم على الحفاظ على حرارة داخلية ثابتة.

.3التكيفات الهرمونية

- زيادة إفراز الألدوستيرون ← احتباس الصوديوم والماء.
- زيادة إفراز الهرمون المضاد للإدرار (ADH) ← تقليل فقدان الماء في البول.
- هذه التعديلات تساهم في الموازنة المائية والملحية أثناء الجهد.

.4التكيفات العضلية والأيضية

- تحسين استخدام الطاقة الهوائية.

- تقليل تراكم اللاكتات.
- تحسن في فعالية الميتوكوندريا مع انخفاض في إنتاج الحرارة.

التغيرات الحرارية والأداء البدني

درجة الحرارة والرطوبة	الحالة الفسيولوجية	التأثير على الأداء
حرارة معتدلة + رطوبة منخفضة	تبريد فعال بالعرق	أداء مستقر
حرارة مرتفعة + رطوبة معتدلة	إجهاد حراري خفيف	انخفاض الأداء
حرارة مرتفعة + رطوبة عالية (>70%)	تبريد ضعيف جدًا	خطر الإرهاق أو ضربة الشمس

آليات التنظيم الحراري في البيئة الرطبة

1. التوصيل (Conduction): انتقال الحرارة بين الجسم والوسط الملامس.
2. الحمل (Convection): انتقال الحرارة بالهواء أو الماء المتحرك حول الجسم.
3. الإشعاع (Radiation): فقدان الحرارة بالإشعاع الحراري.
4. التبخر (Evaporation): الآلية الأهم أثناء الجهد، لكنها تتأثر بشدة بالرطوبة.

عندما تكون الرطوبة مرتفعة، يتعطل التبخر، فيزيد الاعتماد على الحمل والإشعاع، مما يضعف التبريد الذاتي.

تطبيقات التدريب في الأجواء الرطبة

1. التدرج في التعرض للرطوبة:
   - تدريب 7–14 يومًا للتأقلم التدريجي.
2. شرب الماء بانتظام:
   - قبل وأثناء وبعد التمرين لتجنب الجفاف.
3. اختيار التوقيت المناسب للتدريب:
   - التدريب في الصباح الباكر أو المساء لتقليل الحمل الحراري.
4. الملابس الرياضية المناسبة:
   - خفيفة، فاتحة اللون، قابلة لمرور الهواء.
5. المراقبة الفسيولوجية:

- قياس درجة حرارة الجسم ومعدل القلب والعلامات الحيوية باستمرار.

المخاطر والاضطرابات المرتبطة بالرطوبة

الحالة	السبب	الأعراض	الوقاية
الجفاف	فقدان سوائل وملح عبر العرق	عطش، تعب، تشنجات	الترطيب المنتظم
التشنجات الحرارية	نقص الصوديوم	تقلصات عضلية مؤلمة	شرب ماء + أملاح
الإرهاق الحراري	ارتفاع حرارة الجسم	دوار، ضعف، غثيان	راحة + تبريد تدريجي
ضربة الشمس	فشل التنظيم الحراري	فقدان وعي، حرارة > 40°C	تدخل طبي عاجل

التكيفات المقارنة بين الرطوبة والحرارة الجافة

الخاصية	الرطوبة العالية	الحرارة الجافة
التبخر	ضعيف	فعال
فقد السوائل	كبير جدًا	معتدل
حرارة الجلد	مرتفعة	أقل
الأداء الرياضي	يتدهور بسرعة	أفضل نسبيًا

الرطوبة عامل بيئي حاسم يؤثر على التوازن الحراري، والأداء العضلي، والتنفس والدورة الدموية أثناء الجهد البدني.
التأقلم الفسيولوجي معها ممكن عبر التعرض التدريجي، الترطيب الجيد، والتحكم في شدة التدريب.
فهم هذه التكيفات ضروري للمدربين وأخصائيي التحضير البدني لضمان سلامة الرياضيين وتحسين أدائهم في ظروف مناخية قاسية.

المحور العاشر:

التكيفات الوظيفية في الحرارة أثناء الجهد البدني

1. تعريف البيئة الحارة

- هي البيئة التي تتجاوز فيها درجة حرارة الهواء 30°C، مع إشعاع شمسي قوي أو رطوبة مرتفعة.
- الحرارة الزائدة تؤثر على التوازن الحراري (Homeothermie)، أي قدرة الجسم على الحفاظ على درجة حرارة داخلية ثابتة (~37°C).

2. مصادر الحرارة أثناء الجهد

- داخلية: ناتجة عن عمليات الأيض (حوالي 75–80% من الطاقة تتحول إلى حرارة).
- خارجية: حرارة الجو، أشعة الشمس، الملابس غير المناسبة.

3. أهمية التنظيم الحراري

- الحفاظ على حرارة الجسم ضمن نطاق ضيق (36.5–38.5°C) ضروري لاستمرارية الأداء العضلي والعصبي.
- أي ارتفاع كبير (فوق 40°C) يؤدي إلى اضطراب في الوظائف الحيوية وربما إلى ضربة حرارة (Coup de chaleur).

الاستجابات الفسيولوجية الحادة أثناء الجهد في الحرارة

1. الجهاز العصبي المركزي

- ينشط مركز التنظيم الحراري في الوطاء (Hypothalamus) استجابة لارتفاع درجة الحرارة.
- يرسل إشارات لتفعيل آليات التبريد:
  - زيادة تدفق الدم نحو الجلد.
  - تحفيز الغدد العرقية لإفراز العرق.

2. الجهاز القلبي الوعائي

- زيادة معدل ضربات القلب (FC) لتعويض انخفاض حجم الدم.
- انخفاض حجم الضربة الواحدة (VS) نتيجة توسع الأوعية الجلدية.
- ارتفاع النتاج القلبي (Q) في بداية الجهد ثم انخفاضه مع استمرار الإجهاد الحراري.

- زيادة خطر الإجهاد القلبي الحراري.

3. الجهاز التنفسي

- زيادة التهوية (Hyperventilation) للمساعدة على التخلص من الحرارة عبر التنفس.
- فقد إضافي للماء عن طريق البخار التنفسي.
- ارتفاع pH الدم مؤقتًا (قلوية تنفسية خفيفة).

4. الجهاز العضلي

- انخفاض في تدفق الدم العضلي بسبب إعادة توزيعه نحو الجلد.
- انخفاض إنتاج القوة وتسارع التعب.
- تراكم اللاكتات نتيجة التحول نحو التحلل اللاهوائي.

5. السوائل والكهارل

- فقدان كبير للماء والأملاح عبر العرق (خاصة Na^+, Cl^-, K^+).
- انخفاض حجم البلازما ← الجفاف ← نقص في الضغط الدموي.
- اضطراب في التوازن الأيوني يؤثر على الأداء العصبي والعضلي.

التغيرات الفسيولوجية المزمنة (التأقلم الحراري)

بعد التعرض المتكرر للحرارة خلال أيام أو أسابيع، يحدث تأقلم حراري (Acclimatation) يهدف إلى تحسين تحمل الحرارة.

1. تكيفات قلبية ودورانية

- انخفاض معدل ضربات القلب عند الجهد نفسه.
- زيادة حجم الضربة الواحدة وحجم البلازما الدموية بنسبة 10–20%.
- تحسين التوزيع الدموي بين العضلات والجلد.

2. تكيفات حرارية

- بدء إفراز العرق في درجة حرارة جسم أقل (استجابة أسرع).
- زيادة عدد الغدد العرقية الفعّالة.
- تحسين تركيب العرق (يصبح أقل ملوحة بفضل إعادة امتصاص Na^+ وCl^-).
- انخفاض حرارة الجسم الأساسية أثناء الجهد.

3. تكيفات هرمونية

- زيادة إفراز:

- الألدوستيرون: احتباس الصوديوم والماء.
- الهرمون المضاد للإدرار (ADH): تقليل فقد الماء بالبول.

- تساعد هذه التكيفات في الحفاظ على التوازن المائي والكهارلي.

4. تكيفات عضلية وأيضية

- زيادة الاعتماد على الأيض الهوائي بدل اللاهوائي.
- تقليل إنتاج اللاكتات.
- تحسين الكفاءة الحرارية للعضلات (إنتاج أقل للحرارة مقابل نفس العمل).

التأثيرات الحرارية على الأداء الرياضي

نوع الجهد	التأثير في الحرارة	التفسير
الجهود القصيرة (≤2 د)	تأثير محدود	الطاقة لا تعتمد على التوازن الحراري
الجهود المتوسطة والطويلة	انخفاض ملحوظ في الأداء	ارتفاع الحرارة الداخلية والجفاف
الرياضات الجماعية	انخفاض في الشدة والدقة	التعب العصبي والعضلي
بعد التأقلم	تحسن الأداء النسبي	زيادة كفاءة التبريد واستقرار الدورة الدموية

مخاطر التعرض للحرارة أثناء الجهد

الحالة	الأعراض	السبب	الإسعاف
الجفاف	عطش، ضعف، صداع	فقد السوائل	الترطيب المنتظم
التشنجات الحرارية	تقلصات عضلية مؤلمة	نقص Na^+	شرب ماء + أملاح
الإرهاق الحراري	دوخة، غثيان، تعب	فشل جزئي في التبريد	راحة + تبريد الجسم
ضربة الشمس	حرارة > 40°C، فقدان وعي	فشل التنظيم الحراري	تدخل طبي فوري

استراتيجيات التدريب والتأقلم في الحرارة

1. التدرج في التعرض للحرارة:

- 7 إلى 14 يومًا من التدريب المتدرج لتهيئة الجسم.

2. الترطيب الجيد:

- شرب الماء قبل وأثناء وبعد الجهد.

- تعويض الأملاح المعدنية.

3. **اختيار أوقات التدريب:**
   - في الصباح الباكر أو المساء.
4. **الملابس المناسبة:**
   - خفيفة، فاتحة اللون، تسمح بتهوية الجسم.
5. **مراقبة العلامات الحيوية:**
   - معدل القلب، حرارة الجسم، وزن ما قبل وبعد التمرين.

التكيفات المقارنة بين الحرارة والرطوب

البيئة	آلية فقد الحرارة	فعالية التبريد	التأثير على الأداء
حرارة جافة	تبخر العرق فعال	عالية	أداء جيد نسبيًا
حرارة رطبة	تبخر ضعيف	منخفضة	أداء متدهور سريع

الجهد البدني في الحرارة يمثل عبئًا فسيولوجيًا معقدًا يتطلب تنسيقًا بين الجهاز القلبي، التنفسي، العصبي، والهرموني.
التأقلم الحراري يعزز قدرة الجسم على تحمل الظروف الحارة ويحسن الأداء،
لكن تجاهل مبادئ التنظيم الحراري قد يؤدي إلى اضطرابات خطيرة تهدد الحياة.
لذا، يُعد فهم هذه التكيفات أمرًا أساسيًا للمدربين، وأخصائيي التحضير البدني، والباحثين في فسيولوجيا الجهد البدني.

المحور الحادي عشر:

التكيفات الوظيفية في البرودة أثناء الجهد البدني

1. تعريف البيئة الباردة

- هي البيئة التي تنخفض فيها درجة حرارة الهواء إلى أقل من 10°C، وقد تصل أحيانًا إلى الصفر أو دونه.
- يتأثر الرياضي في هذه الظروف بفقد كبير للحرارة عبر الإشعاع، التوصيل، الحمل الحراري، والتبخر.

2. التوازن الحراري (Homeothermie)

- يحافظ الجسم على حرارة داخلية ثابتة (~37°C) رغم تغير الظروف الخارجية.
- عندما تفوق خسارة الحرارة إنتاجها، يبدأ الجسم في تفعيل آليات الدفاع الحراري.

3. آليات فقد الحرارة

- الإشعاع (Radiation): انبعاث حرارة من الجسم نحو المحيط.
- التوصيل (Conduction): انتقال الحرارة من الجلد إلى الأجسام الباردة الملامسة.
- الحمل (Convection): نقل الحرارة بواسطة الهواء أو الماء البارد.
- التبخر (Evaporation): عبر التنفس أو العرق (ضعيف في البرد).

الاستجابات الفسيولوجية الحادة للبرودة أثناء الجهد

1. الجهاز العصبي المركزي

- ينشط مركز التنظيم الحراري في الوطاء (Hypothalamus) عند انخفاض درجة حرارة الجلد أو الدم.
- يرسل أوامر لبدء آليات الحفاظ على الحرارة:
  - تقلص الأوعية الدموية الجلدية (Vasoconstriction) للحد من فقد الحرارة.
  - زيادة النشاط العضلي (ارتعاش – Shivering) لإنتاج حرارة إضافية.
  - تنشيط الأيض (Thermogenesis) في العضلات والكبد.

2. الجهاز القلبي الوعائي

- تقلص الأوعية المحيطية يؤدي إلى ارتفاع ضغط الدم المركزي.
- انخفاض تدفق الدم نحو الجلد والأطراف للحفاظ على الحرارة في الأعضاء الحيوية.
- أثناء الجهد:
  - زيادة معدل ضربات القلب للحفاظ على النتاج القلبي رغم المقاومة المحيطية العالية.
  - خطر انقباض الأوعية القلبية في الحالات القصوى → اضطراب النبض.

3. الجهاز التنفسي

- الهواء البارد والجاف قد يؤدي إلى تهيج المسالك التنفسية وزيادة المقاومة التنفسية.
- يزداد معدل التنفس لتلبية الطلب الأيضي.
- فقد بسيط للرطوبة والحرارة عبر الزفير.

4. الجهاز العضلي

- انخفاض درجة حرارة العضلات يؤدي إلى:
  - بطء في انقباض الألياف العضلية.
  - انخفاض في سرعة التوصيل العصبي.
  - ضعف في المرونة العضلية والمفاصل.
- زيادة خطر التمزقات العضلية عند عدم الإحماء الجيد.
- ارتفاع استهلاك الطاقة نتيجة ارتعاش العضلات.

5. الجهاز الأيضي

- زيادة معدل الأيض الأساسي (Basal Metabolic Rate) بنسبة 2–3% لكل انخفاض بـ 1°C في حرارة الجسم.
- الاعتماد الأكبر على الكربوهيدرات كمصدر للطاقة في البرد.
- زيادة في إفراز الهرمونات المنشطة للأيض مثل الأدرينالين والنورأدرينالين.

التغيرات الفسيولوجية المزمنة (التأقلم للبرودة)

بعد التعرض المتكرر لظروف باردة، تحدث مجموعة من التكيفات الفسيولوجية تسمى التأقلم البارد (Cold Acclimatization).

1. تكيفات دورانية

- تحسن في توزيع الدم بين الجلد والعضلات.
- قدرة أكبر على الحفاظ على حرارة الأطراف دون فقد مفرط للحرارة العامة.
- انخفاض استجابة الأوعية للتقلص المفرط.

2. تكيفات أيضية

- زيادة الكفاءة في إنتاج الحرارة دون ارتعاش (Non-shivering thermogenesis) بفضل نشاط النسيج الدهني البني (Brown Fat).
- تحسين الأيض الهوائي والقدرة على استخدام الدهون كمصدر طاقة.
- انخفاض في استهلاك الغليكوجين أثناء الجهد.

3. تكيفات عضلية

- زيادة تدفق الدم العضلي أثناء الجهد في البرد.
- تحسن في التوصيل العصبي العضلي.
- قدرة أفضل على الحفاظ على الأداء عند انخفاض الحرارة.

4. تكيفات هرمونية

- زيادة إفراز الكاتيكولامينات (الأدرينالين والنورأدرينالين) لتحفيز توليد الحرارة.
- زيادة نشاط الغدة الدرقية (Thyroxin) لرفع الأيض القاعدي.

تأثير البرودة على الأداء البدني

نوع الجهد	تأثير البرودة	التفسير
الجهود القصيرة والعنيفة	تأثير محدود أو تحسّن نسبي	انخفاض الحرارة العضلية يقلل التعب السريع
الجهود الطويلة	انخفاض في الأداء	صعوبة في الحفاظ على حرارة العضلات والطاقة
الرياضات الدقيقة (مثل الرماية)	تحسّن في التركيز لكن بطء في الحركة	انخفاض التشتت العصبي مع بطء التوصيل العضلي
بعد التأقلم	تحسن نسبي في التحمل	تحسين الأيض والتوزيع الدموي

المخاطر الفسيولوجية أثناء الجهد في البرد

الحالة	الأعراض	السبب	الإسعاف
انخفاض حرارة الجسم (Hypothermia)	رعشة، تعب، بطء ذهني	فقد حرارة أسرع من إنتاجها	تدفئة تدريجية + تغطية الجسم
قضمة الصقيع (Frostbite)	خدر، تغير لون الجلد	تجمد الأنسجة الطرفية	تدفئة ببطء دون فرك
اضطراب التنفس	سعال، ضيق تنفس	هواء بارد وجاف	تغطية الفم والأنف
تشنجات عضلية	تقلصات مؤلمة	برودة الأعصاب والعضلات	إحماء + تدليك

استراتيجيات التدريب في البيئة الباردة

1. **الإحماء الجيد:**
   - ضروري لرفع حرارة العضلات وتحسين التوصيل العصبي.
2. **الملابس المناسبة:**
   - ارتداء طبقات متعددة خفيفة تسمح بتصريف العرق.
3. **الترطيب المستمر:**
   - رغم عدم الإحساس بالعطش، الجسم يفقد الماء عبر التنفس.
4. **الوقاية من الرياح:**
   - لأنها تزيد فقد الحرارة بالحمل الحراري.

المتابعة الطبية:

- مراقبة العلامات الحيوية والوزن وحرارة الجسم بعد التدريب.

مقارنة بين التكيف للحرارة والبرودة

الخاصية	البيئة الحارة	البيئة الباردة
هدف التكيف	التخلص من الحرارة الزائدة	الحفاظ على الحرارة الداخلية
آلية الاستجابة	توسيع الأوعية + تعرق	انقباض الأوعية + ارتعاش
التغيرات الهرمونية	ADH ↑وAldostérone	Thyroxin ↑وCatecholamines
الخطر الأساسي	الجفاف وضربة الشمس	انخفاض حرارة الجسم وقضمة الصقيع
الأداء الرياضي	انخفاض التحمل	بطء في الحركات الدقيقة

المحور الثاني عشر:

التكيفات الوظيفية في المرافعات أثناء الجهد البدني

منذ الألعاب الأولمبية في مكسيكو سيتي في عام 1968 ، كانت معسكرات الارتفاع جزءا من تدريب عدد كبير من الرياضيين.

من بين الآثار المطلوبة الزيادة في الهيموغلوبين بسبب بيئة الضغط المنخفض. تظهر التداعيات على الكائن الحي بعد 1500 متر.

في السهل ، في منتجع للتزلج أو على قمة جبل ، يحتوي الهواء دائما على نفس الكمية من الأكسجين (20.9٪).

ولكنكلماارتفعنا، زاد الضغط الجوي وبالتالي انخفض ضغط O 2 الذي نستنشقه.

يقلل من أكسجة دمنا التي تزود الجسم بأكمله. ولحسن الحظ، وللتعويض عن هذا النقص، يجري وضع عدد من الاستجابات التعويضية في الأجلين القصير والمتوسط.

الارتفاع هو مختبر مذهل في الهواء الطلق بسبب الاختلافات في تحمل نقص الأكسجة ، وهو أمر مهم للغاية بين الأفراد. إذا كان البعض قادرا على الصعود إلى أكثر من 8000 متر من الارتفاع بينما يكون الضغط في O2 منخفضا جدا ، فقد يصاب البعض الآخر بالمرض في بعض الأحيان بشكل خطير ، أثناء الإقامة على ارتفاع 3500 متر ، فهو مرض الارتفاع الحاد (MAM).

كلما ارتفعت ، انخفض الضغط الجوي.

هذا الانخفاض في الضغط الجوي يؤدي إلى انخفاض في ضغط الأكسجين.

ضغط أكسجين أقل = كمية أقل من الأكسجين يدخل الرئتين وبالتالي إلى الدم.

آثار الارتفاع على الجسم :

نقص الأكسجة (نقص O2 بسبب الارتفاع) سوف يسبب آثارا ضارة على الجسم.

انخفاض في القدرة على تقليل أيونات H + أثناء الجهد (وهذا ما يسمى "تسرب سعة التخزين المؤقت")

1. تشبع الأكسجين الشرياني
2. زيادة في تدفق التهوية للحد من انخفاض الأكسجين قليلا.
3. استجابة للكلية ، الحساسة لهذا الانخفاض ، تطلق إنزيما في الدم (إريثروجينين) يحول بروتين البلازما إلى إريثروبويتين. ثم يحفز إنتاج EPO تكوين خلايا الدم الحمراء وبالتالي يزيد من نسبة الهيموغلوبين
4. تزداد لزوجة الدم بسبب نقص الأكسجة
5. خلل التنظيم العصبي الخضري عن طريق انخفاض في النشاط السمبتاوي وتحفيز النشاط الودي.

يتم الحفاظ على كل هذه التعديلات التي يضعها الجسم للتعامل مع التمرين في حالة نقص الأكسجة لبضعة أسابيع وهي أساس التدريب على الارتفاع.

كلما ارتفع الارتفاع فوق 2000 متر ، زادت حساسية تفاعل تنشيط EPO. يتم الحصول على ذروة الإفراز في 48 ساعة ثم ينخفض تدريجيا على مدى 3 أسابيع.

وبالتالي يتم الحصول على أقصى تأثير في 3 أسابيع ، ولم يعد عدد خلايا الدم الحمراء يزيد بعد هذا الوقت ، حتى لو كانت الإقامة على ارتفاع طويلة. وإذا زاد مستوى الهيماتوكريت (نسبة عدد خلايا الدم إلى حجم الدم) قليلا فوق 50٪ (52 إلى 54٪) ،فإنهلايصلأبداإلىالنسب المئوية التي يمكن أن تنتج عن حقن EPO التي يتم إجراؤها للمنشطات (أكبر من 60٪).

تأثيرات أخرى للارتفاع

انخفاض في (1 °C / 150 m) T ° ، والهواء البارد أقل رطوبة ، ونتيجة لذلك ، يكون الهواء أكثر جفافا ، وهذان العاملان يزيدان من خطر البرد والجفاف

1. يكون الغلاف الجوي أقل كثافة وجفافا ، والإشعاع الشمسي أكثر كثافة (الأشعة فوق البنفسجية والتأين).
2. انخفاض في الرطوبة.
3. انخفاض في كثافة الهواء.
4. انخفاض في شدة.

الاختلافات في الظروف الجوية بين مستوى سطح البحر وارتفاع 9000 متر.

يبدو أن شروط الحصول على أفضل النتائج هي كما يلي:

1. مدة التعرض لنقص الأكسجة أكبر من 12 ساعة في اليوم.
2. الحد الأدنى لمدة التدريب بين 15 و 18 يوما
3. ارتفاع التعرض داخل المنطقة القريبة من 2700 متر

يظهر إجماع على الاعتقاد بأن المنطقة القريبة من 2700 متر (النطاق من 2500 إلى 2900 م) هي التي ستسمح بأفضل حافز للتدريب أو الإقامة هناك.

التدريب على الارتفاع وبروتوكول التدريب:

استجابة لنقص الأكسجة هذا ، ينظم الجسم تدريجيا:

المرحلة 1 : 2–3 أيام ، مهم جدا!

في هذه المرحلة من التأقلم ، يجب أن يعتمد التدريب بشكل حتمي على المهيمن الهوائي من أجل احترام فترة التكيف مع الإجهاد المرتبط بنقص الأكسجين "إجهاد نقص الأكسجين"

من الضروري إتاحة الوقت لتنظيم النشاط العصبي الخضري.

سيتم أخذ هذا الإجهاد نقص الأكسجين في الاعتبار عن طريق تقليل الشدة بحوالي 10 ٪وحجمالتدريببنسبة 25 ٪حتىلايزعجالكائنالحيالضعيف. سيكونالنظرفيقيمتقلبالمواردالبشريةمهماللغاية.

ينصح باحترام وقت التعافي لفترة أطول قليلا من المعتاد بين جلسات التدريب المكثفة للغاية.

لكل إيقاعه الخاص من التأقلم

في هذه المرحلة من التكيف ، هناك تباين كبير جدا بين الرياضيين ، لذا فإن التفرد ضروري

مع نقص الأكسجة هناك زيادة في التهوية السنخية ، وهذه الزيادة متغيرة للغاية من رياضي إلى آخر ، وللأسف غالبا ما يتم إهمال هذا الجانب أثناء معسكرات المرتفعات أو الجلسات غالبا ما تتم في مجموعات.

بالنسبة لبعض الرياضيين 2–3 أيام كافية ، بالنسبة للآخرين تستمر الفترة حتى 8 أيام ، تم تطوير هذا من خلال عمل JACK و WILLMORE الذي شاع في مجلة "الرياضة والحياة" (الرياضة والحياة رقم 124 ، يناير 2011 "الجبل ليس هو نفسه للجميع")

المرحلة 2 : من 10 إلى 21 يوما

تنقسم فترة التأقلم في هذه الفترة إلى مرحلتين:

المرحلة 1: 5 إلى 6 أيام مع زيادة تدريجية في أحمال التدريب.

الخطوة 2 : خلال الأيام الأخيرة من الفترة ، كانت مستويات التدريب قريبة من تلك التي تحققت في السهل.

المرحلة 3 : بعد 3 أسابيع ستكون مرحلة التكيف مع زيادة عدد الشعيرات الدموية العضلية على وجه الخصوص.

نهاية معسكرات الرياضيين هي مرحلة من التعويض الزائد. لذلك تخفيف التدريب قبل 1–2 أيام من نهاية الدورة لمنع التعب الذي سيتم إعداده في وقت النزول

العودة إلى الوطن

كن حذرا إذا كانت الفوائد موجودة لبضعة أيام ، في حوالي اليوم 10 بعد العودة إلى السهل ، يكون هناك في بعض الأحيان انخفاض واضح في الأداء.

لذلك يجب تنظيم الإقامة على ارتفاع بمهارة فيما يتعلق بالهدف

نقص الأكسجة الاصطناعي

"النوم في الطابق العلوي والقطار في الطابق السفلي"

متغير مثير للاهتمام: استراتيجية "العيش العالي– التدريب المنخفض" (LHTL) درس ليفين وستراي جوندرسن (باحثون أمريكيون) هذا المبدأ الذي يسمح بالحفاظ على جلسات التدريب في السهل ، خارج ضغوط نقص الأكسجة ، مع الاستفادة من فوائد نقص الأكسجة في أوقات الراحة.

وبالتالي فإن مصلحة هذه الطريقة هي السماح بمواصلة التدريب على ارتفاعات عالية

ليس من السهل تحقيقه في بيئة طبيعية ... ومن هنا جاء اقتراح بعض المراكز ذات الغرف منخفضة الضغط أو الغرف الخالية من الضغط المجهزة لإنشاء بيئة اصطناعية تعيد تهيئة ظروف الارتفاع خارج أوقات التدريب (مركز PREMANON في فرنسا على سبيل المثال).

تغذية الارتفاع: ردود فعل الجسم

لذلك من الضروري إيلاء اهتمام خاص جدا للترطيب والتغذية أثناء الإقامة على ارتفاع.

تزداد لزوجة الدم تحت تأثير نقص الأكسجة. خلال دورة الارتفاع ، يزداد عدد خلايا الدم الحمراء (حامل الأكسجين) بسرعة خلال أول 3–4 أيام ثم ببطء أكثر ، وهذا ما يسمى كثرة الحمر. (عمل فريدمان).

لجعلها تخطيطية للغاية: وبالتالي فإن المساحة في الأوردة بين هذه الكريات ستقل ميكانيكيا مما سيؤدي إلى تدهور الأغشية.

ومن هنا تأتي مصلحة وجود أغشية خلايا الدم الحمراء مرنة قدر الإمكان للسماح بالتشوه الذي سيحد من عملية تحلل أغشية هذه الكريات.

سنهتم بتناوله للأحماض الدهنية غير المشبعة الأحماض الدهنية غير المشبعة لها خصوصية تليين وترقق أغشية الخلايا وبالتالي أغشية خلايا الدم الحمراء لدينا.

لذلك من المستحسن عندما تكون على ارتفاع أن تستهلك الأطعمة الغنية بمضادات الأكسدة (فيتامين C ، E على سبيل المثال) وجميع الأطعمة الغنية بالأحماض الدهنية غير المشبعة.

استنتاج

تعد برمجة الإقامة على ارتفاع في التحضير للمسابقة مفيدة دائما ، بشرط أن تكون قد فحصت حالتك البدنية. مثل هذه الإقامة مفيدة بالفعل لأنها تحفز قدرة الجسم على التكيف مع الارتفاع ، وتزيله من التلوث وتسمح له بالاستفادة من بيئة طبيعية جذابة.

المحور الثالث عشر:

:

الاسترجاع الفسيولوجي بعد الجهد

الاسترجاع هو عملية عودة الأجهزة الحيوية إلى حالتها الطبيعية بعد النشاط البدني، وهو ضروري لإصلاح الأنسجة العضلية وتجديد الطاقة وتحسين الأداء في التدريب اللاحق

أنواع الاسترجاع:

النوع	التوصيف	المدة
فوري	استرجاع الـ ATP والـ CP	خلال دقائق
قصير المدى	عودة التنفس والنبض لطبيعتهما	خلال 30–60 دقيقة
طويل المدى	تعويض الغليكوجين والبروتين وإصلاح الأنسجة	ساعات إلى أيام

مراحل الاسترجاع الفسيولوجي

1. استرجاع الطاقة (ATP – CP – Glycogène).
2. إزالة الفضلات الأيضية (حمض اللاكتيك).
3. تعويض السوائل والأملاح.
4. إعادة التوازن العصبي الهرموني.
5. إصلاح الأنسجة العضلية (بناء بروتيني جديد).

التغذية كعامل أساسي في الاسترجاع

التغذية تمثل العامل الحيوي الأكثر تأثيرًا في سرعة وكفاءة عملية الاسترجاع بعد الجهد.

كل عنصر غذائي يؤدي دورًا محددًا في تعويض ما فُقد أثناء النشاط.

الكربوهيدرات (Les glucides)

- تمثل المصدر الرئيسي للطاقة أثناء الجهد.
- بعد التمرين، يجب تعويض الغليكوجين العضلي الذي استُهلك.
- أفضل فترة للتعويض: خلال 30–60 دقيقة بعد الجهد (تسمى النافذة الأيضية).

التوصية:

- 1.0 إلى 1.5 غ/كغ من وزن الجسم من الكربوهيدرات خلال أول ساعتين.
- مصادر: الموز ، الأرز ، العسل ، المشروبات الرياضية.

البروتينات (Les protéines)

- أساسية لإصلاح الألياف العضلية المتضررة وتحفيز البناء العضلي.
- تساهم في التوازن النيتروجيني واسترجاع القوة العضلية.

التوصية:

- 20 إلى 30 غرام بروتين عالي الجودة بعد التمرين.
- مصادر: الحليب، البيض، اللحوم البيضاء، مسحوق البروتين.

الدهون (Les lipides)

- دورها أقل مباشرة بعد الجهد، لكنها ضرورية في النظام الغذائي العام.
- تساعد على امتصاص الفيتامينات (A، D، E، K) وتدعم النشاط الهرموني.

التوصية:

- اختيار الدهون الجيدة: زيت الزيتون، المكسرات، الأفوكادو.

الماء والأملاح المعدنية

- الجهد البدني يؤدي إلى فقد الماء والصوديوم والبوتاسيوم عبر العرق.
- الجفاف يؤخر الاسترجاع ويضعف الوظائف القلبية والعضلية.

التوصية:

- شرب 1.5 لتر من الماء لكل كغ مفقود بعد التمرين.
- استخدام مشروبات تحتوي على Na^+، K^+، Mg^{2+}.

الفيتامينات والمعادن

- فيتامينات B وC ضرورية للأيض وإصلاح الخلايا.
- الحديد والزنك والمغنيسيوم يعززون إنتاج الطاقة والمناعة.

العلاقة بين فسيولوجية الجهد والتغذية في الاسترجاع

الجانب الفسيولوجي	التأثير أثناء الجهد	الدور الغذائي في الاسترجاع
استهلاك الغليكوجين	نقص الطاقة العضلية	تعويض بالكربوهيدرات
تلف الألياف العضلية	ضعف القوة وزيادة الإنزيمات العضلية	تناول بروتينات كاملة
فقد السوائل	جفاف وإجهاد قلبي	الترطيب بالماء والأملاح
ارتفاع الهرمونات الكاتابولية	هدم الأنسجة	التغذية الغنية بالبروتينات + النوم
الإجهاد التأكسدي	تلف خلوي	مضادات أكسدة (فيتامين C، E)

توقيت التغذية بعد الجهد

الزمن بعد التمرين	نوع التغذية الموصى بها	الهدف
0–**30** دقيقة	كربوهيدرات + بروتين (نسبة 3:1)	إعادة ملء الغليكوجين وتحفيز البناء العضلي
2–4 ساعات	وجبة متكاملة (كربوهيدرات، بروتين، دهون صحية)	استكمال الاسترجاع
بعد 24 ساعة	وجبات متوازنة دورية	الاستمرار في إصلاح الأنسجة

عوامل أخرى تؤثر في الاسترجاع

1. النوم الكافي (8 ساعات على الأقل).
2. التبريد أو الحمامات المتبادلة (باردة/ساخنة).
3. التمدد (Stretching) بعد الجهد.
4. التدليك العضلي أو الكهربائي.
5. الدعم النفسي والانفعالي للرياضي.

تطبيقات عملية في التدريب

- على المدربين تنظيم فترات الاسترجاع الغذائي والوظيفي ضمن البرامج التدريبية.
- يجب تقييم كل لاعب حسب:
  - نوع الجهد الذي قام به.
  - حالته البدنية والتغذوية.
  - الظروف المناخية والبيئية.

يُعدّ الاسترجاع جزءًا لا يتجزأ من التدريب الرياضي، ولا يمكن بلوغ الأداء العالي دون توازن بين الجهد والتغذية.
فالتغذية ليست مجرد تعويض للطاقة، بل آلية فسيولوجية تدعم الإصلاح العضلي، وتعيد التوازن الأيضي، وتُسرّع العودة للحالة الطبيعية.

إنّ فهم العلاقة التكاملية بين الجهد البدني والتغذية هو شرط أساسي في علوم التدريب الحديث.

فسيولوجية الجهد البدني والنوم كعامل للاسترجاع

مفهوم الاسترجاع الفسيولوجي

1. تعريف الاسترجاع

هو عودة الوظائف الحيوية إلى مستوياتها الطبيعية أو فوق الطبيعية بعد الجهد البدني، وهو عنصر أساسي لضمان التكيف الإيجابي وتحسين الأداء.

2. مراحل الاسترجاع

المرحلة	المدة	العمليات الفسيولوجية
فورية	دقائق	إعادة تكوين ATP وCP
قصيرة المدى	ساعات	إزالة اللاكتات وإعادة التوازن القلبي العصبي
طويلة المدى	24–48 ساعة	إصلاح الأنسجة العضلية وإعادة التوازن الهرموني

أثناء هذه المرحلة الطويلة، يلعب النوم الدور المركزي في استعادة التوازن الحيوي.

فيزيولوجية النوم

1. تعريف النوم

النوم هو حالة فسيولوجية دورية تتميز بانخفاض النشاط الحركي، وانخفاض الوعي بالمحيط، مع استمرار نشاط دماغي منظم ضروري للوظائف الحيوية والتجديد الخلوي.

2. مراحل النوم (دورات النوم)

النوم يتكون من دورات متكررة كل 90 دقيقة تقريبًا، تتضمن

المرحلة	الخصائص الفسيولوجية	الدور
نوم خفيف (NREM 1–2)	تباطؤ التنفس والنبض، انخفاض حرارة الجسم	انتقال للجسم نحو الراحة
نوم عميق (NREM 3–4)	انخفاض نشاط الدماغ، إفراز هرمونات النمو	استرجاع عضلي وإصلاح الأنسجة
نوم حالم (REM)	نشاط دماغي مرتفع، أحلام، ارتخاء عضلي تام	استرجاع عصبي ودماغي

النوم العميق = استرجاع عضلي،

النوم الحالم = استرجاع عصبي ونفسي.

التغيرات الفسيولوجية أثناء النوم

1. الجهاز العصبي:

- انخفاض في نشاط الجهاز الودي (Sympathique).
- تنشيط الجهاز نظير الودي (Parasympathique) → يحقق الراحة العصبية.

2. الجهاز الهرموني:

- إفراز هرمون النمو (GH) أثناء النوم العميق → يحفز البناء البروتيني وإصلاح العضلات.
- انخفاض هرمون الكورتيزول (هرمون الإجهاد).
- تنظيم هرمونات الأيض (الأنسولين، اللبتين، الغريلين).

3. الجهاز العضلي:

- انخفاض التوتر العضلي وتحرير الطاقة للتجديد الخلوي.
- إصلاح الألياف الدقيقة المتضررة من الجهد.

4. الجهاز المناعي:

- تعزيز نشاط الخلايا المناعية خلال النوم العميق.
- تحسين مقاومة الجسم للالتهابات والإجهاد التأكسدي.

النوم كعامل للاسترجاع بعد الجهد البدني

1. الدور الفسيولوجي للنوم في الاسترجاع

الجهاز	التأثير أثناء النوم	العلاقة بالاسترجاع
العصبي	استعادة التوازن بين الجهازين الودي ونظير الودي	تقليل التوتر العصبي وتحسين التركيز
العضلي	إصلاح الألياف وبناء البروتين	استعادة القوة والتحمل
الهرموني	إفراز GH وTestostérone	تحفيز البناء العضلي
المناعي	تقوية الاستجابة الدفاعية	الوقاية من العدوى والتعب المزمن

2. تأثير قلة النوم على الأداء الرياضي

- انخفاض التركيز والانتباه.
- بطء في زمن الاستجابة وردود الفعل.
- انخفاض إنتاج القوة العضلية والتحمل.
- زيادة خطر الإصابات العضلية.

- اضطراب في توازن الهرمونات (↑ كورتيزول، ↓ تستوستيرون).
- تراجع فعالية التعويض الغذائي والتمثيل البروتيني.
- النوم أقل من 6 ساعات لمدة أسبوع = انخفاض الأداء بنسبة 10–15%.

الاحتياجات الكمية والنوعية للنوم عند الرياضيين

الفئة	المدة المثالية للنوم	ملاحظات
البالغ العاد	7–8 ساعات / يوم	ضرورية للحفاظ على الصحة العامة
الرياضي المحترف	8–10 ساعات / يوم	بسبب ارتفاع الجهد والتعب العضلي
الرياضي أثناء فترات المنافسة	قد يحتاج 1–2 ساعة قيلولة إضافية	لتعويض الإجهاد العصبي

القيلولة القصيرة (20–30 دقيقة) تعزز التركيز وتقلل الإرهاق دون التأثير على نوم الليل.

استراتيجيات تحسين النوم لدى الرياضيين

1. توقيت منتظم للنوم والاستيقاظ.
2. تجنب الشاشات الزرقاء (الهاتف – الحاسوب) قبل النوم بساعة.
3. وجبة مسائية خفيفة تحتوي على بروتين وكربوهيدرات بطيئة الهضم.
4. الابتعاد عن المنبهات (كالكافيين والنيكوتين).
5. تهيئة بيئة النوم:
   - حرارة الغرفة بين 18–20°C.
   - ضوء خافت أو ظلام تام.
6. تمارين استرخاء قبل النوم (تنفس، تأمل، تمدد خفيف).
7. النوم بعد الجهد المكثف: يُفضل انتظار ساعة إلى ساعتين للسماح بانخفاض حرارة الجسم.

العلاقة بين النوم والتكيف التدريبي

حالة النوم	النتيجة الفسيولوجية	أثرها على الأداء
نوم كافٍ ومنتظم	تعافي كامل للعضلات والأعصاب	تحسين الأداء والتحمل
نقص النوم	اضطراب في التوازن الهرموني	تراجع في الأداء وزيادة الإصابات
نوم متقطع أو متأخر	ضعف في البناء البروتيني	تأخر في التكيف التدريبي
نوم بعد القيلولة المنظمة	تعزيز في التركيز والطاقة	أداء ذهني وبدني أفضل

تكامل النوم مع العوامل الأخرى للاسترجاع

النوم يعمل بالتكامل مع:

- التغذية السليمة (إعادة بناء الطاقة والبروتينات).
- الترطيب الكافي.
- الاسترخاء والتدليك.
- الإدارة النفسية للتعب والضغط.

إذ لا يمكن لأي عامل أن يعوض غياب النوم في دورة الاسترجاع الفسيولوجي.

النوم ليس حالة من السكون، بل مرحلة نشطة فسيولوجيًا تشهد خلالها أجهزة الجسم عمليات إصلاح وتجديد شاملة.

من منظور فيزيولوجية الجهد البدني، يعدّ النوم العامل الأكثر تأثيرًا في الاسترجاع العصبي العضلي،

وغيابه يؤدي إلى تدهور الأداء، ضعف المناعة، وزيادة خطر الإصابات. لذا، يُعتبر النوم الركيزة الثالثة للأداء الرياضي إلى جانب التدريب والتغذية.

فسيولوجية الجهد البدني والاسترجاع الإيجابي

بغرض إنتاج الطاقة الحركية اللازمة للأداء الرياضي.

طبيعة الاستجابات الفسيولوجية أثناء الجهد

- زيادة معدل ضربات القلب والتنفس.
- ارتفاع درجة حرارة الجسم.
- زيادة استهلاك الأوكسجين والطاقة.
- إفراز الهرمونات المحفزة (الأدرينالين، النورأدرينالين).
- تراكم الفضلات الأيضية (حمض اللاكتيك، CO_2).

كل هذه التغيرات تُحدث إجهادًا فسيولوجيًا يحتاج الجسم إلى التخلص منه بعد الجهد، وهنا يأتي مفهوم الاسترجاع الإيجابي.

مفهوم الاسترجاع الفسيولوجي

1. تعريف الاسترجاع

الاسترجاع هو عملية إعادة التوازن الوظيفي الداخلي للجسم بعد الجهد، حيث تستعيد الأجهزة الحيوية قدرتها على العمل بأقصى كفاءة استعدادًا للجهود القادمة.

1. أنواع الاسترجاع

النوع	التعريف	الخصائص
الاسترجاع السلبي	توقف تام عن النشاط	يتم في حالة التعب الشديد، لكنه بطيء نسبيًا
الاسترجاع الإيجابي	نشاط خفيف بعد الجهد	يعزز الدورة الدموية ويُسرّع إزالة الفضلات الأيضية

1. تعريف الاسترجاع الإيجابي

هو استمرار النشاط العضلي منخفض الشدة بعد الجهد البدني المكثف، بغرض تحفيز الدورة الدموية وإسراع عمليات الاستشفاء الفسيولوجي.

مثال: الجري البطيء أو المشي بعد سباق أو تمرين مكثف لمدة 10–15 دقيقة.

2. الهدف منه

- تسريع التخلص من حمض اللاكتيك.
- إعادة التوازن في نسبة الأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون.
- تحسين الدورة الدموية والليمفاوية.
- تهدئة الجهاز العصبي المركزي.
- تهيئة الجسم للراحة والاستشفاء.
-

الآليات الفسيولوجية للاسترجاع الإيجابي

التغيرات العضلية

- أثناء النشاط الخفيف، تستمر العضلات في الانقباض بدرجة منخفضة مما:
  - يزيد من تدفق الدم داخل الألياف العضلية.
  - يسرع إزالة نواتج الاستقلاب مثل اللاكتات.
  - يمد العضلات بالأوكسجين اللازم لإعادة تخليق ATP وCP.

الدراسات بينت أن الجري البطيء بعد الجهد يقلل تركيز اللاكتات في الدم بنسبة 30–40% مقارنة بالراحة التامة.

التغيرات القلبية التنفسية

- الاسترجاع الإيجابي يُبقي معدل النبض والتنفس في مستوى أعلى قليلًا من الراحة مما:
  - يمنع الركود الدموي.
  - يحافظ على تدفق الأوكسجين للأنسجة.
  - يعزز عودة الدم الوريدي للقلب.
  - هذه العملية تساعد على إعادة التوازن الحمضي القاعدي داخل العضلات.

التغيرات العصبية

- النشاط الخفيف يُحفّز الجهاز العصبي نظير الودي (Parasympathique)، مما يؤدي إلى:
  - خفض التوتر العصبي.
  - استقرار الإيقاع القلبي.
  - تعزيز الاسترخاء العام.

التغيرات الهرمونية

- أثناء الاسترجاع الإيجابي:
  - يقل إفراز الكورتيزول (هرمون الإجهاد).
  - يرتفع إفراز الهرمونات البنائية مثل Testostérone و GH.
  - يتوازن إفراز الأنسولين وهرمونات الأيض.

هذا يعزز عمليات البناء البروتيني وتجديد الطاقة العضلية.

التغيرات المناعية

- زيادة تدفق الدم أثناء النشاط الخفيف تساعد في:
  - تحسين نشاط الخلايا المناعية.
  - تقليل الالتهابات الناتجة عن الجهد.
  - تسريع شفاء الأنسجة الدقيقة المتضررة.

مقارنة بين الاسترجاع الإيجابي والسلبي

المقارنة	الاسترجاع الإيجابي	الاسترجاع السلبي
النشاط بعد الجهد	حركة خفيفة (مشي، جري بطيء)	راحة تامة
إزالة اللاكتات	سريعة	بطيئة
الدورة الدموية	نشطة	محدودة
توازن الأوكسجين	يتحسن بسرعة	يحتاج وقت أطول
الاسترخاء العصبي	تدريجي وطبيعي	قد يكون بطيئًا
زمن العودة للحالة القاعدية	أقصر	أطول

الاسترجاع الإيجابي هو الوسيلة الأكثر فعالية للحفاظ على توازن الجسم بعد الجهد البدني.

متطلبات تطبيق الاسترجاع الإيجابي

1. تدرج الشدة: يجب أن يكون النشاط أقل من 40–50% من الحد الأقصى للقدرة الهوائية.
2. المدة الزمنية: من 10 إلى 20 دقيقة كافية لإزالة اللاكتات.
3. طبيعة النشاط: يجب أن يكون مشابهًا للنشاط الأصلي لكن بوتيرة منخفضة (مثل المشي بعد الجري).
4. البيئة المناسبة: جو معتدل، تهوية جيدة، ترطيب كافٍ.
5. الانتقال نحو الراحة التامة تدريجيًا.

التكامل بين الاسترجاع الإيجابي والعوامل الأخرى

الاسترجاع الإيجابي لا يعمل بمعزل عن باقي عناصر الاسترجاع، بل يتكامل مع

العامل	دوره
التغذية	تعويض الطاقة والبروتينات المفقودة
الترطيب	الحفاظ على حجم الدم وتنظيم الحرارة
النوم	إصلاح الأنسجة وتجديد الجهاز العصبي
التدليك والحمامات	تسريع الدورة الدموية والراحة العصبية
الاسترخاء الذهني	تقليل الإجهاد النفسي والتوتر

مظاهر الاسترجاع الإيجابي في التدريب الرياضي

- الجري البطيء أو المشي بعد التمارين المكثفة.
- تمارين المرونة (stretching).
- السباحة الخفيفة بعد المنافسة.
- ركوب الدراجة بوتيرة منخفضة بعد جلسة شديدة.
- استخدام تمارين التنفس العميق والاسترخاء.

المؤشرات الفسيولوجية لفعالية الاسترجاع الإيجابي

1. انخفاض معدل ضربات القلب تدريجيًا إلى الوضع الطبيعي.
2. تراجع تركيز حمض اللاكتيك في الدم.
3. شعور ذاتي بانخفاض التعب العضلي.
4. تحسن في مؤشرات النوم والمزاج.
5. تسارع في استعادة الأداء في الحصص اللاحقة.

فوائد الاسترجاع الإيجابي على المدى الطويل

- تحسين القدرة على التحمل.
- تقليل خطر الإصابات العضلية.
- تسريع عمليات التكيف التدريبي.
- تعزيز التوازن العصبي الهرموني.
- الحفاظ على الاستمرارية في الأداء العالي.

الاسترجاع الإيجابي هو أحد أهم عناصر فيزيولوجية الجهد البدني،

فهو لا يمثل مجرد مرحلة بعد التدريب، بل جزءًا من العملية التدريبية نفسها.

من خلاله، تتحول استجابات الجهد من تعب مؤقت إلى تكيف دائم وتحسن في الأداء.

"الاسترجاع الإيجابي ليس راحة، بل تدريب من نوع آخر يهدف إلى بناء الجسد والعقل."

مراجع العربية

فتني مونبة، مطبوعة محاضرات مقياس فويولوجية الجهد العضلي لطلبة., السنة الأولى ماستر معهد التربية البدنية والرياضية., الجزائر3-(2021/2020) .

غايتون وهول؛ المرجع في الفيزيولوجيا الطبية، ترجمة: صادق الهلالي، 9, بيروت، دار أكاديميا انترناشيونال، 1997 م

بهاء الدين إبراهيم سلامة, فسيولوجيا الرياضة والأداء البدني 1, القاهرة, دار الفكر العربي

,2000م

أبو العلاعبدالفتاح فسيولوجيا التدريب والرياضة، دار الفكر العربي، ط 1، القاهرة، 2003

أبو العلا عبدالفتاح: بيولوجيا الرياضة وصحة الرياضي ، دار الفكر العربي 1998

محمد حسن علاوي, أبو العلا احمد عبد الفتاح, فسيولوجيا التدريب الرياضي القاهرة, دار الفكر العربي2000

مفتي إبراهيم حماد؛ التدريب الرياضي الحديث تخطيط وتطبيق وقيادة: القاهرة، دار الفكر العربي،1998

رفع صالح فتحي حسين علي العلي نظريات وتطبيقات في علم الفسلجة الرياضية ط, بغداد العراق 2009م

مراجع الأجنبية

1. Costill, D. L. (2019). Physiology of Sport and Exercise. Human Kinetics & ,.Wilmore, J. H.

2. Bompa, T. O. (2018). Periodization: Theory and Methodology of Training.

3. Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. Sports Medicine.

4. Fahey, T. D. (2020). Exercise Physiology: Human Bioenergetics and Its & ,.Brooks, G. A Applications.

5. Hall (2020). Textbook of Medical Physiology & Guyton.

6. Kenney, W. L. (2019). Physiology of Sport and Exercise & ,.Wilmore, J. H., Costill, D. L.

7. Pandolf, K. B. (1990). Effects of body water loss on physiological function and & ,.Sawka, M. N exercise performance in the heat. Sports Medicine.

8. Fullagar, H. H., et al. (2015). Sleep and athletic performance: The effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses. Sports Medicine.

9. Hall, J. E. (2020). Textbook of Medical Physiology & ,.Guyton, A. C.

10. Halson, S. L. (2014). Sleep in elite athletes and nutritional interventions to enhance sleep. Sports Science Exchange.

11. Kenney, W. L. (2019). Physiology of Sport and Exercise & ,.Wilmore, J. H., Costill, D. L.

12. Baldwin, K. M. (2005). Exercise Physiology: Human Bioenergetics & ,.Brooks, G. A., Fahey, T. D and Its Applications.

13. Kenney, W. L. (2019). Physiology of Sport and Exercise & ,.Wilmore, J. H., Costill, D. L.

14. Stray-Gundersen, J. (1997). "Living high-training low" effect on sea-level & ,.Levine, B. D performance. Journal of Applied Physiology.

15. Kenney, W. L. (2019). Physiology of Sport and Exercise & ,.Wilmore, J. H., Costill, D. L.

16. Deakin, V. (2015). Clinical Sports Nutrition & ,.Burke, L.

17. Hall (2020). Textbook of Medical Physiology & Guyton.

18. Maughan, R.J. (2018). Nutrition for Sports Performa