الفيزيولوجيا العامة

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

People's Democratic Republic of Algeria

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministry of higher education and scientific research

جامعة زيان عاشور-الجلفة djelfa zian achour University

معهد علوم وتقنيات النشطات البدنية و الرياضية Institute of Science and technology of physical and sports activities

المستوى السنة أولى ماستر

قسم النشاط البدني و الرياضي المكيف

مطبوعة محاضرات الفيزيولوجيا العامة

من اعداد

-د/ مروان أحمد

البريد المهني : a.merouan@univ-djelfa.dz

السنة الجامعية 2024/2025

فهرس محاضرات الفيزيولوجيا العامة

فهرس محاضرات الفيزيولوجيا العامة

1. **المحاضرة 1: مدخل إلى الفيزيولوجيا**
   - تمهيد
   - تعريف علم الفيزيولوجيا
   - علاقة الفيزيولوجيا بالتشريح والميكانيكا الحيوية
   - الوظائف الحيوية وأهميتها في النشاط البدني
   - خلايا الجسم المرتبطة بالأداء الرياضي (العصبية، العضلية...)
2. **المحاضرة 2: فيزيولوجيا الخلية**
   - تمهيد
   - مكونات الخلية ووظائفها
   - نقل المواد والطاقة داخل الخلية
   - التغيرات الخلوية خلال الجهد البدني
3. **المحاضرة 3: التوازن الداخلي (Homeostasis)**
   - **تمهيد**
   - مفهوم التوازن الداخلي ودوره في الحفاظ على الأداء
   - الاستجابة الفسيولوجية للتعب، الحرارة، الجفاف

- التغذية الراجعة ودورها في الأداء الرياضي

4. **المحاضرة 4: فيزيولوجيا الجهاز العصبي**

- تمهيد
- تركيب الجهاز العصبي
- النقل العصبي
- التحكم الحركي
- التكيفات العصبية
- التعب العصبي

5. **المحاضرة 5: فيزيولوجيا الجهاز العضلي**

- **تمهيد**
- **البنية العضلية**
- **آلية الانقباض العضلي**
- **أنواع الألياف**
- **التكيف العضلي**
- **التعب العضلي**

6. **المحاضرة 6: فيزيولوجيا الجهاز التنفسي**

- تمهيد
- مكونات الجهاز التنفسي
- آلية التنفس
- التبادل الغازي
- التغيرات والتكيفات أثناء الجهد

7. **المحاضرة 7: فيزيولوجيا الجهاز القلبي الوعائي**

- تمهيد
- بنية القلب والأوعية
- الدورة الدموية
- استجابات القلب أثناء التمرين
- التكيفات القلبية

8. **المحاضرة 8: فيزيولوجيا الجهاز الهرموني**

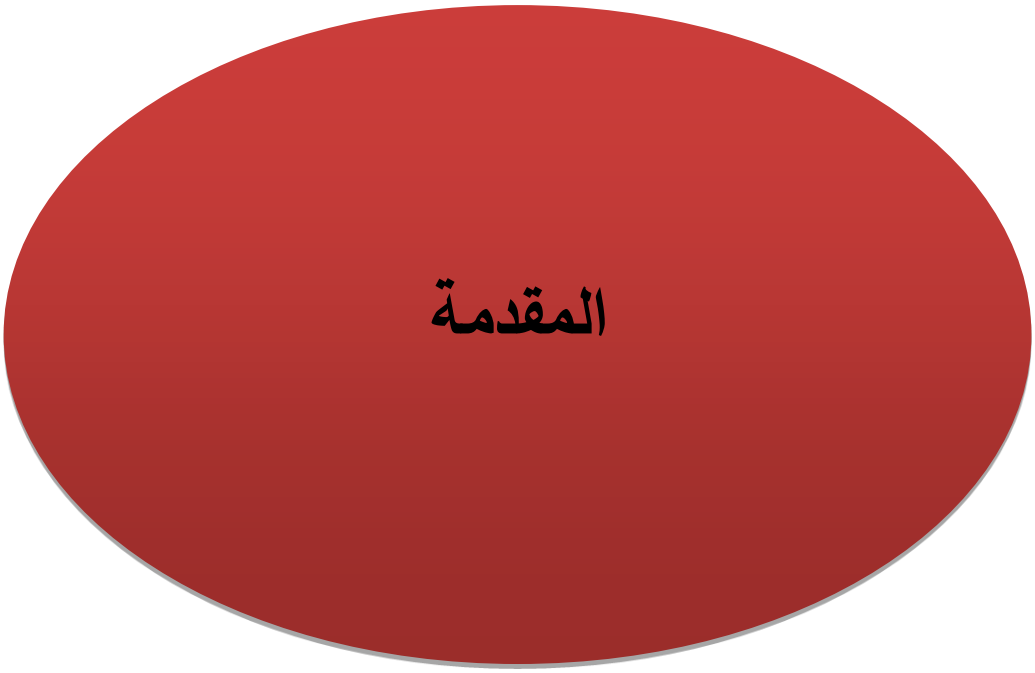
- تمهيد
- أهم الغدد الصماء
- دور الهرمونات في النشاط البدني
- تأثير التمارين على التوازن الهرموني.

9. **المحاضرة 9: التمثيل الغذائي وإنتاج الطاقة**

- تمهيد
- الأنظمة الطاقوية (ATP-PC، اللاهوائي، الهوائي)
- الفسفرة التأكسدية
- العلاقة بين التغذية والأداء

المحاضرة 10: التكيفات الفسيولوجية للتدريب البدني

- تمهيد
- التكيفات العصبية والعضلية
- التكيفات القلبية والتنفسية
- أثر الحمل البدني المستمر
- أهمية التدرج والخصوصية في التدريب


المقدمة

الفيزيولوجيا العامة

مقدمة

تُعَدّ الفيزيولوجيا العامة من الركائز الأساسية لفهم آليات عمل الجسم البشري، خاصةً عند التعرّض لمجهود بدني كما هو الحال في الأنشطة الرياضية المختلفة. وتمثل هذه المادة حجر الزاوية في تكوين الطالب الجامعي في ميدان علوم وتقنيات الأنشطة البدنية والرياضية، حيث تتيح له الإلمام بالأسس العلمية التي تحكم وظائف الأعضاء وأجهزتها أثناء الراحة وأثناء التمارين الرياضية.

فالرياضي لا يمكنه تحقيق الأداء الأمثل إلا من خلال فهم عميق لكيفية استجابة الجسم للتدريب، وكيفية التكيّف مع الضغوط البدنية، إضافة إلى معرفة حدود القدرات الوظيفية البشرية.

ومن خلال هذه المطبوعة، سنعالج أهم المفاهيم والمصطلحات الفسيولوجية ذات العلاقة الوثيقة بالنشاط البدني، انطلاقًا من المستوى الخلوي، وصولًا إلى الأجهزة الكبرى كالجهاز العصبي، العضلي، التنفسي، والدوراني، مع التركيز على التغيرات التي تطرأ على هذه الأجهزة بفعل النشاط الرياضي.

تهدف هذه المطبوعة إلى:

- تمكين الطالب من فهم الآليات الوظيفية للجسم.

- إبراز العلاقة بين الفيزيولوجيا والأداء الرياضي.
- تزويد المتعلم بالمعرفة الضرورية لبرمجة التمارين والتدريب وفق الأسس العلمية.
- الربط بين الجانب النظري والتطبيقي في التربية البدنية.

إن الإلمام بالفيزيولوجيا العامة يمكّن الطالب من بناء تصور علمي سليم يساعده في مختلف المسارات سواء في التدريب الرياضي، التربية البدنية المدرسية، أو حتى البحث العلمي في علوم الرياضة.

المحاضـــرة الأول :

مدخـــل إلى الفيزيولوجيـا

- **المحاضرة 1: مدخل إلى الفيزيولوجيا**

- تمهيد المحاضرة 1: مدخل إلى الفيزيولوجيا

- تُعدّ الفيزيولوجيا أحد أهم العلوم الحيوية التي تدرس وظائف أعضاء الجسم وآلية عملها في حالتي الراحة والجهد. في ميدان النشاط البدني والرياضي، تساعدنا الفيزيولوجيا على فهم كيفية عمل الأجهزة الحيوية (كالعضلي، العصبي، التنفسي، والدوري) أثناء التمرين، وكيف تتكيف مع الجهد.

- تهدف هذه المادة إلى تمكين الطالب من ربط المعلومة النظرية بالتطبيق الرياضي العملي، مما يسهم في تحسين الأداء، الوقاية من الإصابات، وتوجيه البرامج التدريبية وفق الأسس العلمية.

- كما ترتبط الفيزيولوجيا ارتباطًا وثيقًا بالتشريح (الذي يدرس بنية الجسم)، وبالميكانيكا الحيوية (التي تدرس الحركة)، إذ توضح الفيزيولوجيا كيف ولماذا تعمل هذه البُنى بشكل معيّن أثناء النشاط.

1. تعريف الفيزيولوجيا (Physiologie)

الفيزيولوجيا هي علم دراسة وظائف الأعضاء وأجهزة الجسم المختلفة وكيفية عملها للحفاظ على الحياة. وتهتم بفهم العمليات الحيوية التي تحدث داخل الكائن الحي، من مستوى الخلية إلى مستوى الأجهزة الكاملة مثل الجهاز التنفسي والدوري والعضلي والعصبي.

بعبارة أخرى، تدرس الفيزيولوجيا كيف يعمل الجسم في حالاته الطبيعية، وكيفية تكيّفه مع التغيّرات المختلفة مثل الجهد البدني، المرض، أو التغيرات البيئية. هذا العلم ضروري لفهم الأسس التي يقوم عليها الأداء الرياضي وتحسين القدرات البدنية للإنسان.

2. علاقة الفيزيولوجيا بالتشريح والميكانيكا الحيوية

أ. علاقتها بالتشريح:

التشريح يختص بدراسة **بنية** الجسم (الشكل والموقع والتركيب)، بينما الفيزيولوجيا تهتم بوظيفة كل عضو أو جهاز. فمثلاً، التشريح يوضح شكل العضلة وموقعها في الجسم، أما الفيزيولوجيا تشرح كيف تنقبض هذه العضلة وتنتج الحركة.

العلاقة بينهما تكاملية؛ لا يمكن فهم وظيفة عضو ما دون معرفة بنيته، كما أن فهم البنية وحده لا يكفي دون معرفة كيفية عملها. في النشاط البدني، هذه العلاقة تساعدنا على فهم كيف تنتج العضلات الحركة، وكيف تنسقها الأعصاب، وما الذي يحدث داخلياً أثناء التمرين أو المنافسة.

ب. علاقتها بالميكانيكا الحيوية (Biomechanics):

الميكانيكا الحيوية تدرس **قوانين الحركة** وتطبيق مبادئ الفيزياء على الجسم البشري خلال الأداء الحركي. وهي تحلل الحركات من حيث القوة والسرعة والتوازن.

الفيزيولوجيا تكمّل هذا المجال من خلال تفسير **الآليات الداخلية** التي تُمكّن من إنتاج هذه الحركات، مثل توليد الطاقة، انقباض العضلات، انتقال الإشارات العصبية، وتنظيم التنفس وضغط الدم.

مثال توضيحي: عند تحليل رمية كرة، الميكانيكا الحيوية تشرح كيف تتحرك الذراع والزوايا المطلوبة للرمية، أما الفيزيولوجيا فتشرح كيف تنقبض العضلات وتتفاعل مع الجهاز العصبي لإنتاج تلك الرمية.

3. الوظائف الحيوية وأهميتها في النشاط البدني

الوظائف الحيوية هي العمليات الأساسية التي يقوم بها الجسم للحفاظ على حياته، وهي تشمل:

- **وظيفة الجهاز العصبي:** ينسق الأوامر بين الدماغ والعضلات، وينقل الإشارات اللازمة للتحكم في الحركات.
- **وظيفة الجهاز العضلي:** مسؤول عن تنفيذ الحركات والانقباضات التي يحتاجها الجسم في التمرين أو النشاط الرياضي.
- **وظيفة الجهاز التنفسي:** يزوّد الجسم بالأكسجين اللازم لإنتاج الطاقة، ويتخلّص من ثاني أكسيد الكربون.

- **وظيفة الجهاز الدوري (القلب والأوعية):** ينقل الدم المؤكسج والمواد الغذائية إلى العضلات، ويزيل الفضلات.

- **وظيفة الجهاز الهضمي:** يهضم الطعام ويمد الجسم بالطاقة اللازمة للأداء البدني.

- **وظيفة الجهاز الهرموني:** يفرز هرمونات مثل الأدرينالين والتستوستيرون التي تنظم النشاط البدني وتستجيب للجهد.

أهمية هذه الوظائف في النشاط البدني:

- تضمن استمرار الأداء دون توقف.

- تسهم في زيادة اللياقة البدنية والتحمل.

- تحافظ على التوازن الداخلي (التوازن الحراري، التوازن الحمضي–القاعدي).

- تلعب دورًا في التعافي بعد المجهود.

4. خلايا الجسم المرتبطة بالأداء الرياضي

أ. الخلايا العصبية (Neurones):

- هي الخلايا الأساسية في الجهاز العصبي.

- تنقل السيالات العصبية من الدماغ إلى العضلات.

- تتحكم في تنسيق الحركة، التوازن، الاستجابة السريعة.

- في الرياضيين، تكون أكثر فعالية وسرعة في نقل الإشارات.

ب. الخلايا العضلية (Cellules musculaires):

- تشكل نسيج العضلات المسؤولة عن الانقباض.

- تنقسم إلى نوعين رئيسيين:

  - **ألياف سريعة الانقباض:** تستجيب بسرعة، قوية، لكنها تتعب بسرعة. مهمة في رياضات السرعة والقوة مثل العدو ورفع الأثقال.

  - **ألياف بطيئة الانقباض:** تستجيب ببطء ولكنها مقاومة للإرهاق. مهمة في رياضات التحمل مثل الماراثون.

ج. خلايا الدم (خاصة الحمراء):

- تنقل الأكسجين إلى العضلات.

- الرياضيون يمتلكون عادة عددًا أعلى من خلايا الدم الحمراء لزيادة القدرة على التحمل.

د. الخلايا الهرمونية (خلايا الغدد الصماء):

- تنتج الهرمونات المؤثرة في الأداء، مثل:

  - **الأدرينالين:** يزيد من ضربات القلب وتدفق الدم.

  - **التستوستيرون:** يزيد الكتلة العضلية.

  - **الكورتيزول:** يساعد الجسم على تحمل الضغط والجهد.

هـ. الخلايا الطلائية والجلدية:

- تلعب دورًا في التبريد والتخلص من الحرارة عبر التعرق أثناء التمرين.

المحاضرة الثانية:

فيزيولوجيا الخلية

❖ تمهيد المحاضرة

قبل أن نتعمق في فهم كيفية عمل الأجهزة الحيوية الكبرى في جسم الإنسان كالعضلات، القلب، أو الجهاز العصبي، علينا أولًا أن نعود إلى الوحدة الأساسية التي تُشكّل هذه الأجهزة جميعًا، وهي: **الخلية**.

الخلية ليست مجرد وحدة تركيبية، بل هي وحدة **وظيفية وحيوية** أيضًا، تقوم بعدد هائل من التفاعلات والعمليات الحيوية الضرورية للحياة. فهي تستقبل المغذيات، تنتج الطاقة، تتخلص من الفضلات، وتتكيف مع التغيرات التي تطرأ عليها من البيئة الداخلية أو الخارجية. ومن هنا تنطلق أهمية ما ندرسه اليوم: **فيزيولوجيا الخلية**.

في هذه المحاضرة، سنبدأ بالتعرف على مكونات الخلية المختلفة، مثل الغشاء الخلوي، السيتوبلازم، الميتوكوندريا، والنواة، وسنشرح وظيفة كل منها بدقة. ثم سننتقل إلى محورين هامين:

1. **كيفية نقل المواد والطاقة داخل الخلية**، وهي عمليات أساسية لفهم التمثيل الغذائي والإنتاج الطاقوي، خاصة في ظل الجهد البدني.
2. **التغيرات الخلوية أثناء النشاط البدني**، حيث سنناقش كيف تستجيب الخلية عند ممارسة الرياضة، من حيث استهلاك الأوكسجين، إنتاج الطاقة، والتكيف مع الإجهاد.

فهم فيزيولوجيا الخلية لا يمثل مجرد معرفة نظرية، بل هو قاعدة أساسية لتفسير التكيفات الفسيولوجية خلال التدريب، والاستجابة للتمارين، وحتى عملية الاستشفاء بعد الجهد.

المحاضرة 2: فيزيولوجيا الخلية

أولًا: مكونات الخلية ووظائفها

الخلية هي الوحدة البنيوية والوظيفية الأساسية لجميع الكائنات الحية. كل خلية في جسم الإنسان تحتوي على مكونات تعمل بتناغم لضمان بقاء الخلية وأداء وظائفها الحيوية، خصوصًا في سياق النشاط البدني.

1. الغشاء الخلوي (Membrane plasmique):

- غشاء رقيق يحيط بالخلية.
- **الوظيفة:**
  - يتحكم في دخول وخروج المواد (مثل الماء، الأيونات، المغذيات، الفضلات).
  - يشارك في التواصل بين الخلايا عبر مستقبلات سطحية.
  - يحافظ على التوازن الداخلي (homeostasis).

2. السيتوبلازم (Cytoplasme):

- مادة شبه سائلة تملأ الخلية وتحتوي على العضيات.
- **الوظيفة:**
  - مكان حدوث العديد من التفاعلات الكيميائية الحيوية (الاستقلاب).
  - يسمح بانتقال المركبات داخل الخلية.

3. النواة (Noyau):

- تحتوي على المادة الوراثية (DNA).

- **الوظيفة:**

  - تتحكم في أنشطة الخلية ونموها وانقسامها.

  - تنظم تصنيع البروتينات (عبر RNA).

4. الميتوكندريا (Mitochondries):

- "محطات توليد الطاقة" داخل الخلية.

- **الوظيفة:**

  - إنتاج الـ ATP عبر التنفس الخلوي (الأيروبي واللاهوائي).

  - تزداد عددًا ونشاطًا عند الرياضيين.

5. الشبكة الإندوبلازمية (Réticulum endoplasmique):

- نوعان: خشنة (ترتبط بالريبوزومات) وملساء.

- **الوظيفة:**

  - تصنيع البروتينات (الخشنة).

  - تصنيع الدهون والهرمونات (الملساء).

6. جهاز غولجي (Appareil de Golgi):

- مركز لتعديل وتغليف ونقل البروتينات والإنزيمات.

- **الوظيفة:**

- تجهيز البروتينات والمواد لتصديرها خارج الخلية.

7. الريبوزومات (Ribosomes):

- توجد حرة أو على الشبكة الخشنة.

- **الوظيفة:**

- تصنيع البروتينات اللازمة لبناء العضلات والإنزيمات.

8. الليزوزومات (Lysosomes):

- تحتوي على إنزيمات هضمية.

- **الوظيفة:**

- تفكيك الفضلات، المكونات التالفة، أو حتى البكتيريا.

ثانيًا: نقل المواد والطاقة داخل الخلية

1. نقل المواد:

أ. النقل السلبي (Transport passif):

- لا يحتاج إلى طاقة.

- **أنواعه:**

- **الانتشار البسيط (Diffusion simple):** مرور جزيئات صغيرة كالأكسجين وثاني أكسيد الكربون من مناطق تركيز عالٍ إلى منخفض.

- **الانتشار المُيسر (Diffusion facilitée):** بمساعدة بروتينات نقل مثل الجلوكوز.

- **الأسموزية (Osmose)**: انتقال الماء عبر غشاء شبه منفذ.

ب. النقل النشط (Transport actif):

- يحتاج إلى طاقة (ATP).
- يتم عكس التدرج (من تركيز منخفض إلى مرتفع).
- مثال: ضخ أيونات الصوديوم والبوتاسيوم للحفاظ على فرق الجهد العصبي.

2. نقل الطاقة:

الطاقة اللازمة للخلية تأتي أساسًا من جزيء **ATP (أدينوزين ثلاثي الفوسفات)**، ويتم إنتاجه بثلاث طرق رئيسية:

أ. نظام الفوسفاجين (ATP–PCr):

- طاقة فورية.
- يستخدم في الجهد القصير والعنيف (مثل العدو 100م).
- لا يحتاج إلى أوكسجين.

ب. التحلل اللاهوائي (Glycolyse anaérobie):

- تفكيك الجلوكوز دون أوكسجين.
- ينتج ATP بسرعة ولكن مع تراكم حمض اللاكتيك.
- يُستخدم في الرياضات القصيرة والمتوسطة.

ج. التنفس الهوائي (Respiration aérobie):

- يتم داخل الميتوكندريا.
- يستخدم الأوكسجين لتفكيك الجلوكوز أو الدهون.
- يُنتج كمية كبيرة من ATP.
- مناسب للجهد الطويل (مثل الماراثون).

ثالثًا: التغيرات الخلوية خلال الجهد البدني

عند ممارسة نشاط بدني، تتعرض خلايا الجسم (وخاصة العضلية والعصبية) إلى تغيرات فيزيولوجية متعددة تتناسب مع شدة وطبيعة الجهد:

1. زيادة استهلاك الطاقة:

- الخلية تزيد من سرعة تفكيك المواد الطاقوية (الجلوكوز، الدهون).
- ارتفاع استهلاك ATP وتحفيز أنظمة الطاقة الثلاثة حسب شدة الجهد.

2. زيادة عدد ونشاط الميتوكندريا:

- مع التمرين المنتظم، يزداد عدد الميتوكندريا.
- تحسين القدرة الهوائية والتحمل.

3. زيادة في النفاذية الغشائية:

- الغشاء الخلوي يصبح أكثر نفاذًا للغلوكوز والأيونات.
- تحسين في نقل المواد الغذائية والأوكسجين للخلية.

4. إنتاج أكبر للأنزيمات:

- الخلية تحفز إنتاج أنزيمات الاستقلاب لتحسين سرعة التفاعلات الكيميائية.

5. تراكم نواتج الاستقلاب:

- في الجهد العالي، يتراكم حمض اللاكتيك وثاني أكسيد الكربون داخل الخلية.
- يسبب إرهاقًا عضليًا ويؤثر على الأداء.

6. تعديل في التعبير الجيني (expression génétique):

- التمارين المنتظمة تُحفّز الخلايا على تعديل جيناتها لإنتاج بروتينات جديدة (مثل الأكتين والميوزين).
- تعزيز قوة وليونة العضلات.

7. زيادة نقل الأوكسجين والجلوكوز:

- بفضل التحفيز العصبي–العضلي، تنفتح قنوات إضافية لنقل الأوكسجين والجلوكوز إلى العضلة.

خاتمة المحاضرة

فيزيولوجيا الخلية تمثل الأساس الدقيق لفهم كيفية تفاعل الجسم مع النشاط البدني. من خلال فهم مكونات الخلية ووظائفها، ونقل المواد والطاقة، والتغيرات التي تحدث أثناء التمرين، يمكن للطالب أن يكوّن قاعدة علمية لفهم التكيّفات التي تحدث نتيجة التمارين الرياضية، وأثرها على الأداء والصحة.

المحاضرة الثالثة:

التوازن الداخلي

(Homeostasis)

❖**تمهيد المحاضرة**

عندما ننظر إلى الجسم البشري، نلاحظ أنه يعمل كمنظومة متكاملة تقوم بتنظيم نفسها بدقة للحفاظ على بيئة داخلية مستقرة. هذه القدرة الحيوية على التكيف مع التغيرات المحيطة – سواء داخلية كزيادة الجهد، أو خارجية كارتفاع الحرارة – تُعرف باسم **التوازن الداخلي أو الاستتباب (Homeostasis)**.

في الحياة اليومية، لا نشعر بما يجري داخل أجسامنا من عمليات تنظيمية مستمرة، لأن الجسم يعمل بشكل تلقائي على ضبط مختلف المؤشرات الحيوية كدرجة الحرارة، مستوى السكر في الدم، ضغط الدم، ودرجة الحموضة. لكن في ميدان النشاط البدني والرياضي، تصبح هذه العمليات أكثر وضوحًا، وأكثر أهمية، بل وأحيانًا حاسمة في تحديد قدرة الفرد على مواصلة الجهد أو المحافظة على الأداء.

في هذه المحاضرة، سنُسلط الضوء على مفهوم التوازن الداخلي، ونفهم كيف يتدخل الجسم لحماية نفسه من آثار التعب، الإجهاد الحراري، والجفاف. كما سنتناول دور آليات **التغذية الراجعة** في تنظيم الوظائف الحيوية أثناء النشاط الرياضي، وهي إحدى الركائز الأساسية لفهم كيفية عمل الأجهزة الحيوية في تناغم مستمر من أجل تأمين الفعالية والأداء.

هذه المفاهيم لا تُساعدنا فقط في فهم الجسم البشري، بل تُمكننا أيضًا من تخطيط البرامج التدريبية، وتفادي الإصابات، وتحقيق أفضل النتائج الرياضية بطريقة علمية مدروسة.

أولًا: مفهوم التوازن الداخلي (Homeostasis) ودوره في الحفاظ على الأداء

ما هو التوازن الداخلي؟

التوازن الداخلي (أو الاستتباب) هو قدرة الجسم على الحفاظ على بيئة داخلية مستقرة وثابتة نسبيًا، رغم التغيرات الخارجية أو الداخلية المحيطة به.

بمعنى آخر، هو **الآليات التنظيمية التي يعتمدها الجسم للحفاظ على القيم الفيزيولوجية (كالحرارة، الحموضة، نسبة السكر، ضغط الدم،...) ضمن نطاقات طبيعية** تضمن استمرار الحياة.

أمثلة عن عناصر يتم تنظيمها في التوازن الداخلي:

- درجة حرارة الجسم (حوالي 37°C)
- تركيز الجلوكوز في الدم (حوالي 1 g/L)
- درجة الحموضة (pH) (حوالي 7.4 في الدم)
- تركيز الأيونات (مثل Na^+, K^+, Ca^{2+})
- ضغط الدم
- توازن السوائل

دور التوازن الداخلي في الأداء الرياضي:

عند ممارسة النشاط البدني، يواجه الجسم تحديات فيزيولوجية كبيرة مثل:

- ارتفاع درجة الحرارة
- نقص الأوكسجين
- زيادة الفضلات (مثل ثاني أكسيد الكربون وحمض اللاكتيك)
- تغيّر في نسبة الماء والأملاح

كل هذه التغيرات تهدد استقرار البيئة الداخلية. وهنا يأتي دور التوازن الداخلي **للحفاظ على الأداء البدني والوظائف الحيوية**، عبر استجابات سريعة ومنظمة تقوم بها أجهزة الجسم (العصبي، الغدي، القلبي، الكلوي، وغيرها).

ثانيًا: الاستجابة الفسيولوجية للتعب، والحرارة، والجفاف

1. التعب (Fatigue):

التعب هو حالة من **الانخفاض التدريجي في القدرة العضلية أو الذهنية نتيجة الاستهلاك المستمر للطاقة**، ويترافق مع تراكم نواتج الاستقلاب.

الاستجابات الفسيولوجية للتعب:

- انخفاض ATP داخل العضلات.
- تراكم حمض اللاكتيك يسبب زيادة الحموضة داخل الخلية.
- انخفاض فعالية التقلص العضلي.

- بطء في الإشارات العصبية.
- محاولة الجسم تقليل الجهد عبر إشارات دماغية.

إذا لم يتم التعامل مع التعب بشكل مناسب، قد يؤدي إلى هبوط الأداء أو حتى الإصابة.

2. الحرارة (Hyperthermia):

خلال النشاط البدني، تزداد الحرارة الداخلية للجسم نتيجة زيادة إنتاج الطاقة، ويجب التخلص منها للحفاظ على استقرار درجة الحرارة.

الاستجابات الفسيولوجية للحرارة:

- توسع الأوعية الدموية الجلدية لتسهيل التبريد.
- تنشيط الغدد العرقية لإفراز العرق.
- زيادة التهوية الرئوية لطرد الحرارة.
- تحفيز مناطق تنظيم الحرارة في الدماغ (تحت المهاد).

ارتفاع الحرارة دون تنظيم جيد قد يؤدي إلى **ضربة شمس** أو **نقص الأداء العضلي**.

3. الجفاف (Déshydratation):

الجفاف يحدث نتيجة فقدان السوائل والأملاح عبر التعرق دون تعويض كافٍ.

الاستجابات الفسيولوجية للجفاف:

- زيادة تركيز الدم (انخفاض الحجم).

- انخفاض ضغط الدم.
- تحفيز إفراز هرمون **ADH** (الهرمون المضاد لإدرار البول) للحفاظ على الماء.
- الإحساس بالعطش الشديد.
- انخفاض الأداء القلبي والدوراني.

الجفاف يؤثر مباشرة على الأداء الهوائي، التبريد، والتركيز العقلي.

ثالثًا: التغذية الراجعة (Feedback) ودورها في الرياضة

ما هي التغذية الراجعة الفسيولوجية؟

التغذية الراجعة هي **نظام رقابة داخلي يعمل بشكل مستمر للحفاظ على التوازن الداخلي**. تتضمن آلية استقبال، تحليل، واستجابة.

مكوناتها:

1. **مستقبل (Récepteur)**: يستشعر التغير (مثل تغيّر الحرارة أو الضغط).
2. **مركز تحكم (Centre de régulation)**: غالبًا في الدماغ (مثل تحت المهاد).
3. **مُؤثر (Effecteur)**: يستجيب للتعديل (مثل الغدة، العضلة، الوعاء الدموي).

أنواعها:

أ. تغذية راجعة سالبة (Rétroaction négative):

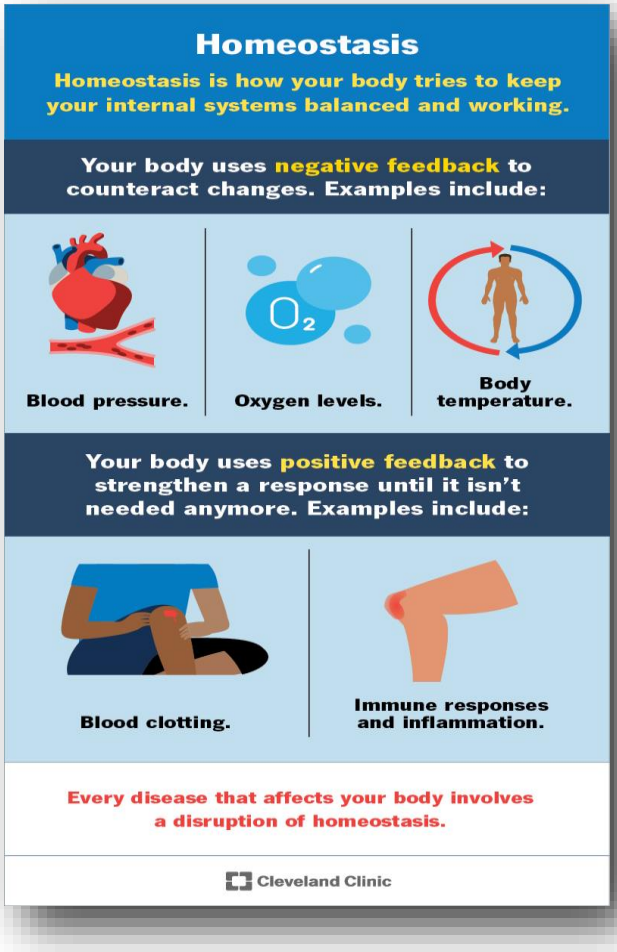
- هي الأكثر شيوعًا.
- تعمل على **إعادة التوازن عند حدوث تغير**.
- مثال: عند ارتفاع الحرارة ← تفرز الغدد العرقية ← يعود الجسم لدرجة حرارة طبيعية.

ب. تغذية راجعة موجبة (Rétroaction positive):

- نادرة، وتُستخدم لتضخيم الاستجابة.
- مثال رياضي: في المنافسة، زيادة الأدرينالين تؤدي إلى تحفيز زائد يُعزز الجهد.

أهمية التغذية الراجعة في الرياضة:

- تنظم نبض القلب أثناء الجهد.
- تحفز التنفس وفقًا لشدة التمرين.
- تعدل ضغط الدم حسب الوضعية (استلقاء – وقوف).
- تنبه الجهاز العصبي لضرورة التوقف عند تجاوز الحد.


Homeostasis
Homeostasis is how your body tries to keep your internal systems balanced and working.
Your body uses negative feedback to counteract changes. Examples include:
Blood pressure.
Oxygen levels.
Body temperature.
Your body uses positive feedback to strengthen a response until it isn't needed anymore. Examples include:
Blood clotting.
Immune responses and inflammation.
Every disease that affects your body involves a disruption of homeostasis.
Cleveland Clinic

✅ خاتمة المحاضرة :

التوازن الداخلي هو العمود الفقري للحفاظ على الأداء البدني أثناء الجهد. من خلال استجابات فورية ومنظمة، يتفاعل الجسم مع التعب، الحرارة، الجفاف، أو أي اضطراب داخلي لضمان استمرار الأداء بشكل فعال وآمن. التغذية الراجعة تمثل الوسيلة الأساسية لتحقيق هذا التوازن، وتُظهر بوضوح كيف أن الجسم ليس مجرد آلة، بل منظومة ديناميكية تراقب نفسها باستمرار وتُعدل وظائفها حسب الحاجة.

المحاضرة الرابعة: فيزيولوجيا الجهاز العصبي

تمهيد المحاضرة 4:

الجهاز العصبي هو بمثابة "مركز القيادة العليا" للجسم. إنه النظام الذي يسمح للكائن البشري **بالإحساس، التفكير، اتخاذ القرار، وتنفيذ الحركة.** إنه أيضًا الوسيط الأساسي بين البيئة الخارجية والداخلية، فهو يستقبل المعلومات، يحللها، ثم يصدر الأوامر المناسبة للاستجابة.

في المجال الرياضي، لا يمكن الحديث عن الحركة أو الأداء البدني دون الرجوع إلى الجهاز العصبي، فهو المسؤول عن:

- التخطيط الحركي،
- تنسيق الحركات المعقدة،
- ضبط التوازن،
- الاستجابة للمؤثرات الخارجية،
- وتكييف الجسم مع متطلبات الجهد.

ومهما بلغت قوة العضلات أو كفاءة القلب، فإن التحكم العصبي هو الذي **يحدد نوعية الأداء، دقته، وسرعته.** لهذا فإن فهم فيزيولوجيا الجهاز العصبي يُعد أساسيًا لكل متخصص في النشاط البدني، لأنه يفسر كيف نتحرك، ولماذا نتعب، وكيف نتعلم مهارات جديدة.

✳ المحاور الرئيسية للمحاضرة:

1. ✅ مكونات الجهاز العصبي ووظائفه الأساسية

أ. الجهاز العصبي المركزي (CNS):

- يتكون من: **الدماغ والنخاع الشوكي**.
- الوظيفة: مركز التحليل واتخاذ القرار والتحكم في الأوامر الحركية والوظائف العقلية.

ب. الجهاز العصبي المحيطي (PNS):

- يتضمن: **الأعصاب الطرفية** (الدماغية والنخاعية).
- الوظيفة: نقل الإشارات الحسية من الأعضاء إلى الدماغ، والحركية من الدماغ إلى العضلات.

ج. الجهاز العصبي الذاتي (Autonome):

- قسم خاص من الجهاز العصبي المحيطي.
- ينقسم إلى: **الودي (Sympathique)** و**اللاودي (Parasympathique)**.
- الوظيفة: تنظيم الوظائف اللاإرادية كضربات القلب، التنفس، وضغط الدم، خاصة أثناء الراحة أو التمرين

2. ✅ الخلايا العصبية (Neurones) وآلية النقل العصبي

أ. ما هي الخلية العصبية؟

- هي الوحدة الأساسية للجهاز العصبي، وظيفتها **استقبال، توصيل، ونقل الإشارات العصبية.**

ب. أجزاء العصبون:

- الجسم الخلوي، الزوائد الشجرية، المحور العصبي (Axone).
- تُنقل الإشارة من خلية لأخرى عبر نقاط التقاء تُسمى **المشابك العصبية (Synapses).**

ج. آلية النقل:

- **كهربائيًا** عبر محور العصبون.
- **كيميائيًا** عند المشبك العصبي بواسطة نواقل عصبية (مثل الأستيل كولين، الدوبامين...).

3. ✅ السيطرة العصبية على الحركة العضلية

- يتم تحفيز العضلات عبر إشارات عصبية صادرة من الدماغ أو النخاع الشوكي.
- كل مجموعة من الألياف العضلية ترتبط بـ"وحدة حركية" واحدة (Neurone moteur).
- يتم تنظيم **قوة الحركة وسرعتها** بناءً على عدد الوحدات الحركية المُجنّدة وتردد الإشارات.

مثال رياضي: عند رفع وزن ثقيل، يُجنّد الجسم عددًا أكبر من الوحدات الحركية مقارنة برفع وزن خفيف.

4. ✅ الجهاز العصبي والتكيف مع النشاط البدني

- أثناء التمرين، تحدث **زيادة في النشاط العصبي الودي** (Sympathique):
  - تسارع ضربات القلب.
  - توسيع الشعب الهوائية.
  - تحفيز إفراز الأدرينالين.
- في مرحلة الاستشفاء، ينشط الجهاز العصبي **اللاودي** (Parasympathique) لعودة الجسم إلى حالته الطبيعية.

التكيفات العصبية مع التدريب:

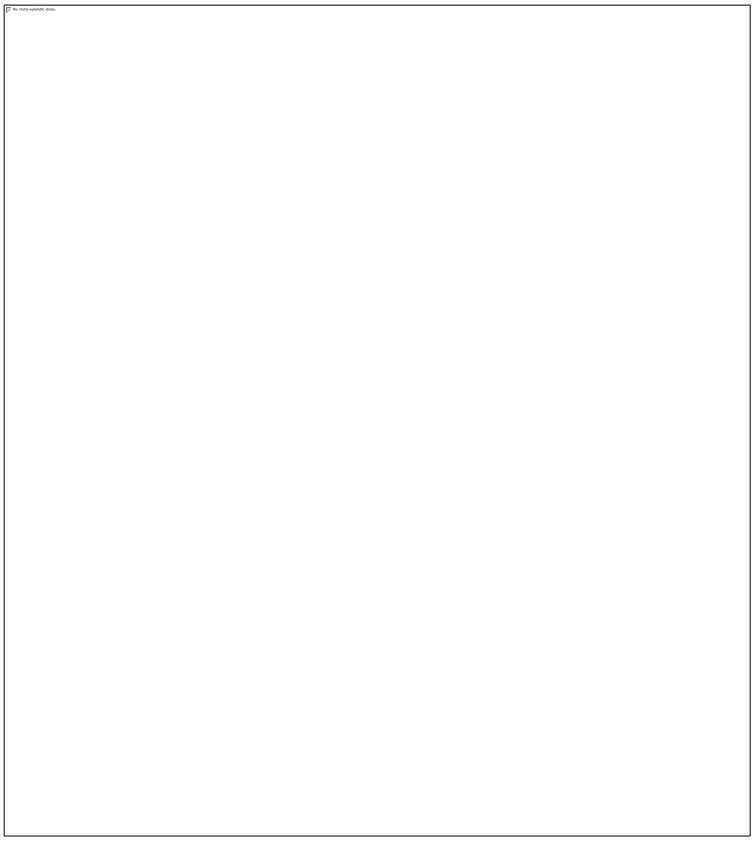
- تحسن التنسيق الحركي.
- انخفاض زمن الاستجابة.
- تحسين الاستقرار العصبي العضلي.
- تحسن التوازن والدقة.

5. ✅ أهمية الجهاز العصبي في الرياضات التنافسية

- دقة التمرير في كرة القدم.
- سرعة الاستجابة في التنس.

- الحفاظ على التوازن في الجمباز.
- التحكم الحركي في رفع الأثقال.

كل هذه المهارات تعتمد على كفاءة الجهاز العصبي، وليس فقط على القدرات العضلية.



✅ خلاصة المحاضرة:

الجهاز العصبي هو القائد والمنسق لكل العمليات الحيوية والحركية في الجسم. في ميدان النشاط البدني والرياضي، تتجلى أهميته في قدرته على **تنظيم الحركة، تحسين الأداء، وضمان الاستجابة الفورية للمؤثرات**. وكلما كانت كفاءة هذا الجهاز أعلى، كانت قدرة الرياضي على التحكم في جسده، مقاومة التعب، واتخاذ قرارات دقيقة وسريعة أكثر تطورًا.

المحـاضرة 5:

فيزيولوجيا الجهاز العضلي

المحاضرة 5: فيزيولوجيا الجهاز العضلي

تمهيد المحاضرة 5:

يمثّل **الجهاز العضلي** أحد الركائز الأساسية في جسم الإنسان، ليس فقط لأنه مسؤول مباشر عن الحركة، ولكن لأنه أيضًا يُعدّ أهم أدوات التعبير الحركي في كل نشاط بدني ورياضي. في الواقع، لا يمكن تصوّر أي رياضة أو حركة إرادية بدون تدخل العضلات. فهي التي تدفع الجسم، ترفعه، توازنه، وتسهم في الحفاظ على وضعيته.

إضافةً إلى دوره الحركي، يلعب الجهاز العضلي أدوارًا حيوية أخرى، كالمساهمة في إنتاج الطاقة، تنظيم حرارة الجسم، وتخزين المواد الحيوية. كل هذه الوظائف تجعل دراسة **فيزيولوجيا الجهاز العضلي** ضرورية لفهم كيفية أداء الجسم خلال الجهد، وكيفية التكيف مع التدريب، والتعامل مع الإرهاق أو الإصابات العضلية.

في هذه المحاضرة، سنغوص في عمق عمل العضلة، من مكوناتها الخلوية الدقيقة إلى آليات الانقباض، وسنحلل كيف تتجاوب الألياف العضلية مع متطلبات الجهد، وما الذي يحدث للعضلة أثناء التدريب، التعب، أو بعد الاستشفاء.

✳ المحاور الرئيسية للمحاضرة:

1. ✅ البنية الفسيولوجية للعضلة

أ. العضلة الهيكلية:

- تتكون من ألياف عضلية طويلة متعددة الأنوية.
- مغلفة بغشاء يُعرف بـ **الساركوليما**.
- تحتوي على **الليفات العضلية (Myofibrilles)**، وهي المسؤولة عن الانقباض.

ب. الوحدة الانقباضية (الساركومير):

- تتكون من خيوط بروتينية: **الأكتين (Actine)** و**الميوزين (Myosine)**.
- هي أصغر وحدة مسؤولة عن الانقباض.
- الانقباض يحدث عند تداخل هذه الخيوط نتيجة لتنشيط عصبي وتوافر الطاقة.

2. ✅ آلية الانقباض العضلي – نظرية الخيوط المنزلقة

- تبدأ الانقباضات بتوصيل إشارة عصبية إلى الليف العضلي.
- يُفرز **الأستيل كولين** عند المشبك العصبي العضلي، فينشّط الغشاء العضلي.
- يؤدي ذلك إلى تحرير **أيونات الكالسيوم (Ca^{2+})** من الشبكة الساركوبلازمية.
- الكالسيوم يرتبط بالتروبونين، ويكشف مواقع ارتباط الميوزين بالأكتين.

- **رؤوس الميوزين** تتصل بالأكتين وتسحب الخيوط لتقريبها، ما يؤدي إلى **الانقباض**.
- تتكرر الدورة بدعم من جزيئات **ATP** حتى يتوقف التنبيه العصبي.

3. ✅ أنواع الألياف العضلية ووظائفها الرياضية

أ. الألياف البطيئة (Type I):

- تُعرف بالألياف الحمراء.
- غنية بالميتوكوندريا والأوكسجين.
- بطيئة في الانقباض ولكن مقاومة للتعب.
- مهمة في رياضات التحمل كالماراثون.

ب. الألياف السريعة (Type II):

- نوعان: IIa (وسطية) و IIb (سريعة جدًا).
- قوية وسريعة الانقباض، لكن تتعب بسرعة.
- فعّالة في رياضات القوة والسرعة كرفع الأثقال والجري السريع.

⚠ يعتمد الأداء الرياضي على النسبة بين هذه الألياف، ويمكن للتدريب أن يُحدث **تكيفات نوعية** فيها.

4. ✅ الطاقة العضلية خلال النشاط البدني

- العضلة تحتاج إلى ATP لتعمل.
- مصادر الطاقة:
  - **الفسفاجين** (ATP–CP) للجهود القصيرة.
  - **التحلل اللاهوائي** للكربوهيدرات لإنتاج ATP بسرعة.
  - **التحلل الهوائي** للدهون والكربوهيدرات خلال الجهود الطويلة.
- تختلف آليات إنتاج الطاقة حسب **شدة النشاط ومدته**.

5. ✅ التكيفات العضلية مع التدريب البدني

أ. التكيفات الهيكلية:

- زيادة حجم الألياف (Hypertrophie).
- زيادة عدد الميتوكوندريا في الألياف.
- تعزيز الشعيرات الدموية (Capillarisation).

ب. التكيفات العصبية العضلية:

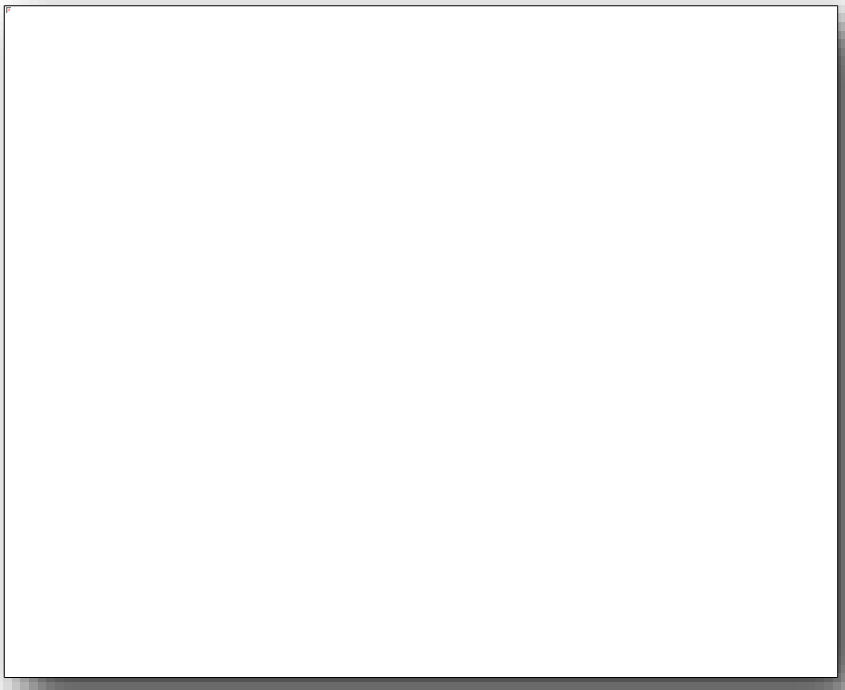
- تحسين التناسق بين الوحدات الحركية.
- تقليل تثبيط الجهاز العصبي المركزي.
- زيادة سرعة التقلص والاستجابة.

ج. التكيفات الأيضية:

- تحسين كفاءة استهلاك الأوكسجين.
- تأخير ظهور التعب العضلي.
- زيادة استخدام الأحماض الدهنية كمصدر للطاقة.

6. ✅ العضلة والتعب العضلي

- التعب العضلي يحدث نتيجة:
  - نفاد ATP.
  - تراكم حمض اللاكتيك.
  - اضطراب تركيز الأيونات (مثل Ca^{2+} وNa^{+} وK^{+}).
- تختلف أسباب التعب حسب طبيعة الجهد (هوائي أو لاهوائي).



✅ خاتمة المحاضرة:

الجهاز العضلي ليس مجرد محرك للحركة، بل هو نظام حي يتفاعل ويتكيف مع مختلف أشكال الجهد البدني. من خلال فهم بنيته وآلية عمله وتكيفه، نستطيع تصميم برامج تدريبية علمية، نُحسّن الأداء، ونقلل من خطر الإصابة. الفيزيولوجيا العضلية هي الأساس لكل تطور رياضي حقيقي.

المحاضرة السادسة: فيزيولوجيا الجهاز القلبي الوعائي أثناء الراحة والمجهود

تمهيد:

يمثّل الجهاز القلبي الوعائي أحد الدعائم الأساسية لاستمرار الحياة والنشاط البدني، حيث يتكفّل بضمان تزويد خلايا الجسم، خاصة العضلات العاملة، بكميات كافية من الأوكسجين والمغذيات. وخلال الجهد البدني، يتعرض هذا الجهاز لتحديات كبيرة، تستدعي تغيرات وظيفية دقيقة من أجل المحافظة على التوازن الداخلي (Homeostasis).

فهم فسيولوجيا هذا الجهاز أثناء الراحة والمجهود أمر حيوي لأي ممارس أو مدرب رياضي، فهو يؤثر مباشرة على القدرة على الأداء، التعافي، والتكيف مع التدريبات المختلفة.

◆ أولاً: مكونات الجهاز القلبي الوعائي

يتكوّن الجهاز القلبي الوعائي من ثلاثة مكونات رئيسية:

1. **القلب (Heart):**

- العضو المركزي الذي يعمل كمضخة للدم.
- يتكون من أربع حجرات: الأذينين والبطينين.
- يعمل بنظام كهربائي عضلي ذاتي التنظيم.

2. **الأوعية الدموية (Blood Vessels):**

- الشرايين: تنقل الدم المؤكسج من القلب إلى الأنسجة.
- الأوردة: تعيد الدم غير المؤكسج إلى القلب.
- الشعيرات الدموية: مواقع التبادل الغازي والغذائي مع الخلايا.

3. **الدم (Blood):**

- يحمل الأوكسجين، المغذيات، الهرمونات، نفايات الأيض.
- يحتوي على خلايا الدم الحمراء، البيضاء، الصفائح والبلازما.

🔷 ثانياً: عمل القلب أثناء الراحة

✅ معدل ضربات القلب (HR) في الراحة:

- يتراوح ما بين **60–80 ض/د** لدى البالغين.
- يعتمد على اللياقة البدنية والعمر.
- قد ينخفض إلى أقل من 40 ض/د لدى الرياضيين المدربين (bradycardia الفسيولوجي).

✅ النتاج القلبي (Cardiac Output = Q):

- هو كمية الدم التي يضخها القلب في الدقيقة.
- يُحسب كالتالي:

$$Q = HR \times SV$$

حيث:

- **HR** = معدل ضربات القلب.
- **SV** = حجم الضربة (كمية الدم المضخوخة في كل نبضة).

✅ حجم الضربة (Stroke Volume):

- يتراوح بين 60–100 مل/ضربة في الراحة.
- يزداد مع التدريب القلبي الهوائي المنتظم.

✅ الضغط الدموي في الراحة:

- الضغط الانقباضي: حوالي 120 مم زئبق.
- الضغط الانبساطي: حوالي 80 مم زئبق.

🔷 ثالثاً: استجابات الجهاز القلبي الوعائي أثناء المجهود البدني

✅ زيادة معدل ضربات القلب:

- أول استجابة للتمرين البدني.
- تحت تأثير العصب السمبثاوي والهرمونات (الأدرينالين).
- تتناسب طردياً مع شدة الجهد.

✅ زيادة حجم الضربة:

- خاصة في المراحل الأولى من المجهود.
- يتحسّن مع التدريب طويل الأمد.

✅ زيادة النتاج القلبي:

- يصل إلى 20–25 لتر/دقيقة في الجهد المعتدل.
- قد يتجاوز 35 لتر/دقيقة لدى الرياضيين المحترفين.

✅ إعادة توزيع الدم:

- تقل التروية الدموية للأجهزة غير الحيوية.
- تزداد للعضلات، الجلد (للتبريد)، والقلب نفسه.

◆ رابعاً: تأثير التمارين الهوائية على القلب

1. **تضخم عضلة القلب الفسيولوجي:**

- خاصة في البطين الأيسر.
- يزيد من سعة الضخ الدموي.

2. **انخفاض معدل النبض في الراحة:**

- بفضل فعالية الضخ القلبي.
- دليل على التحسن في اللياقة القلبية.

3. **تحسين مرونة الأوعية الدموية:**

- تقليل المقاومة الطرفية.
- خفض الضغط الدموي.

4. **زيادة الشعيرات الدموية:**

- داخل العضلات العاملة.
- تحسن التبادل الغازي.

🔷 خامساً: التدريب القلبي الهوائي

يشير إلى جميع أشكال التمارين التي تستهدف تحسين كفاءة الجهاز القلبي التنفسي، مثل:

- الجري.
- السباحة.
- ركوب الدراجة.
- المشي السريع.

✅ فوائده الفسيولوجية:

- تحسين VO2 max.
- تقوية عضلة القلب.
- تقليل الدهون في الدم.
- تقليل مخاطر أمراض القلب والشرايين.

◆ سادساً: الفروقات بين القلب الرياضي وغير الرياضي

المؤشر	القلب الرياضي	القلب غير الرياضي
ضربات القلب	أقل (40–50 ض/د)	أعلى (70–80 ض/د)
حجم الضربة	أكبر	أصغر
البطين الأيسر	متضخمة فسيولوجيًا	طبيعية
ة النتاج القلبي	أعلى	أقل

✅ خاتمة المحاضرة :

فهم فسيولوجيا الجهاز القلبي الوعائي ضروري لأي مدرب أو ممارس للرياضة. التدريبات المناسبة تؤدي إلى تعديلات فسيولوجية إيجابية على مستوى القلب والأوعية، مما ينعكس بشكل مباشر على الأداء الرياضي والوقاية من الإصابات والمضاعفات القلبية.

المحاضرة السابعة:

فيزيولوجيا الجهاز التنفسي

وعلاقته بالأداء البدني

تمهيد:

يشكّل الجهاز التنفسي الركيزة الأولى لعمليات إنتاج الطاقة داخل الجسم، فهو المسؤول عن إدخال الأوكسجين الضروري للتنفس الخلوي، وإخراج غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن الأيض.

يُعدّ فهم التغيرات الفسيولوجية للجهاز التنفسي خلال التمارين البدنية أمرًا محوريًا في التربية البدنية، لأن التنفس الفعّال يرتبط مباشرة بقدرة الفرد على الأداء، التحمل، والتعافي.

🔷 أولاً: مكوّنات الجهاز التنفسي

1. **الممرات الهوائية:**
   - الأنف، البلعوم، الحنجرة، القصبة الهوائية، الشُّعب والشعيبات الهوائية.
2. **الرئتان:**
   - تحتويان على ملايين الحويصلات الهوائية (Alveoli) حيث يحدث تبادل الغازات.
3. **عضلات التنفس:**
   - الحجاب الحاجز، العضلات الوربية الخارجية والداخلية.

🔷 ثانياً: الميكانيكا التنفسية أثناء الراحة

✅ التنفس في الراحة:

- **التردد التنفسي:** 12–16 نفسًا/دقيقة.
- **حجم التنفس:** 500 مل تقريبًا في كل شهيق.
- **التهوية الدقيقة (Minute Ventilation):**

VE=f×VTV_E = f \times V_TVE=f×VT

حيث:

- **V_E** = التهوية في الدقيقة.
- **f** = عدد الأنفاس في الدقيقة.
- **V_T** = حجم الهواء في النفس الواحد.

🔷 ثالثاً: التغيرات التنفسية أثناء الجهد البدني

✅ التهوية الرئوية:

- ترتفع بشكل كبير لتلبية حاجة الجسم للأوكسجين.
- قد تصل إلى 100–150 لتر/دقيقة أثناء التمارين الشديدة.

✅ زيادة التردد التنفسي:

- يتجاوز 30–40 نفسًا/دقيقة في الجهد الشديد.

✅ زيادة حجم النفس:

- يصل إلى 2–2.5 لتر لدى الرياضيين المدربين.

✅ تحسّن التبادل الغازي:

- زيادة تدفق الدم إلى الشعيرات الدموية الرئوية.
- تقليل المنطقة الميتة (Dead space).

◆ رابعاً: العلاقة بين التنفس والأداء البدني

1. **زيادة كفاءة التهوية:**

- تسهّل نقل الأوكسجين إلى العضلات.
- تقلل الجهد اللاهوائي في التمارين الهوائية.

2. **VO_2 Max – الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسجين:**

- أهم مؤشر للقدرة الهوائية.
- يعكس كفاءة الجهازين التنفسي والقلبي.
- يتراوح بين 30–60 مل/كغ/د لدى غير الرياضيين.
- يتجاوز 70 مل/كغ/د لدى الرياضيين المحترفين.

3. **العامل المحدد للأداء:**

- في الأنشطة القصيرة: ليس الجهاز التنفسي هو المحدد الرئيسي.
- في الأنشطة الطويلة (الجري، السباحة...): يصبح التنفس عاملاً حاسمًا.

◆ خامساً: التدريب التنفسي

✅ مفهومه:

- تمارين مخصصة لتحسين وظائف التنفس.
- تشمل:
  - تمارين التنفس العميق.
  - استخدام أجهزة مقاومة تنفسية.
  - تحسين السيطرة الإرادية على التنفس.

✅ فوائده:

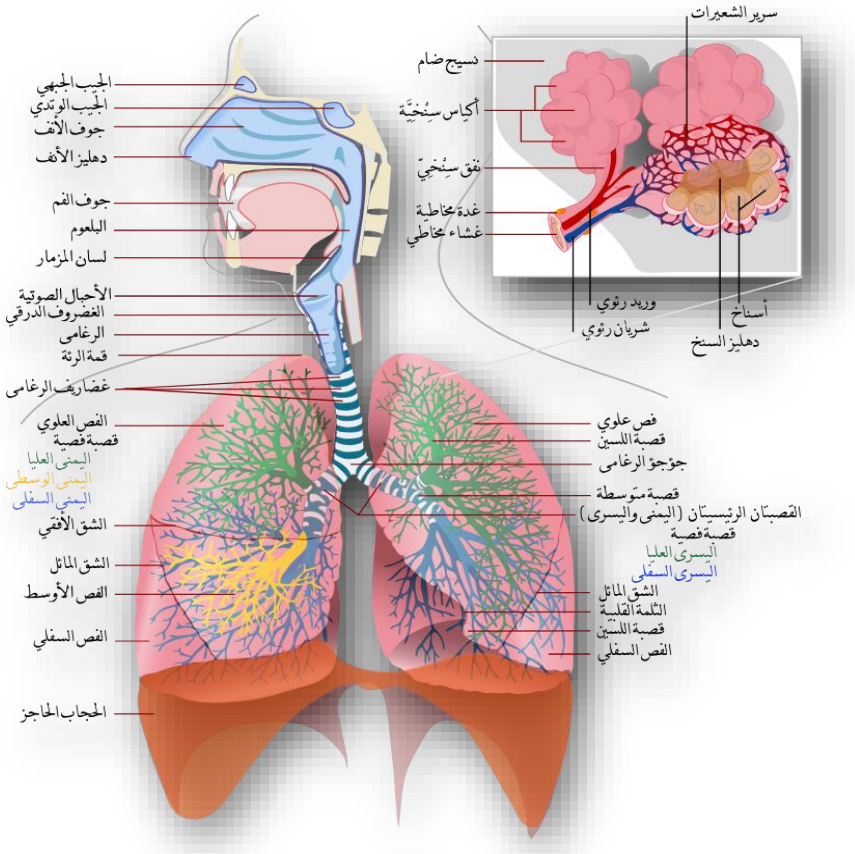
- تحسين حجم الهواء الداخل والخارج.
- تقوية عضلات التنفس.
- تأخير التعب التنفسي.
- تحسين التبادل الغازي.

✅ أمثلة على التمارين:

- شهيق عميق من الأنف – زفير بطيء من الفم.
- حبس النفس بعد الشهيق لفترة قصيرة.
- التنفس البطني بدلاً من الصدري.

◆ سادساً: التكيفات المزمنة الناتجة عن التدريب

المدرب	غير المدرب	الوظيفة
أقل بفضل الكفاءة	مرتفعة نسبياً	التهوية في الراحة
أقل	أعلى	التردد التنفسي
أعلى	أقل	حجم النفس
مرتفعة جداً	ضعيفة	كفاءة استخدام الأوكسجين
مرتفع	منخفض	VO_2 Max



✅ خاتمة المحاضرة :

الجهاز التنفسي، وإن لم يكن في كثير من الأحيان العامل المحدد الوحيد للأداء، فإنه يلعب دوراً محورياً في إيصال الأوكسجين والتخلص من ثاني أكسيد الكربون خلال النشاط البدني.

تحسين فسيولوجيته من خلال التمارين المناسبة يُعد أداة فعالة لتحسين اللياقة العامة والأداء الرياضي.

المحاضرة الثامنة: استجابات الجسم للتمارين البدنية

❖ تمهيد

فيزيولوجيا التمارين هي فرع من فروع العلوم الرياضية والطبية يدرس كيف يستجيب الجسم لمختلف أنواع التمارين البدنية، سواء كانت قصيرة الشدة أو طويلة الأمد. هذه الاستجابات تحدث على مستويات متعددة تشمل العضلات، الجهاز القلبي الوعائي، الجهاز التنفسي، الجهاز العصبي، والجهاز الهرموني. التمارين تحفز عمليات بيوكيميائية وفيزيائية معقدة داخل الجسم لضمان تلبية الطلب المتزايد على الطاقة والأكسجين.

1. الاستجابات الحادة للتمارين البدنية (Acute Responses)

الاستجابات الحادة هي تلك التغيرات الفسيولوجية الفورية التي تحدث بمجرد بدء النشاط البدني، وهي ضرورية لاستمرارية الأداء.

أ. الجهاز القلبي الوعائي

- **معدل ضربات القلب (Heart Rate):**

عند بداية التمرين، تنخفض تأثيرات الجهاز العصبي اللاودي (Parasympathetic Nervous System) التي تعمل على تهدئة القلب، بينما يتم تنشيط الجهاز العصبي الودي (Sympathetic Nervous System)، مما يؤدي إلى زيادة ملحوظة في معدل ضربات القلب. هذه الزيادة قد تصل إلى 90–100% من معدل ضربات القلب الأقصى (HRmax) في التمارين الشديدة.

- **حجم الضربة القلبية (Stroke Volume):**

يزداد حجم الدم الذي يضخه القلب مع كل نبضة بسبب زيادة قوة انقباض العضلة القلبية وتحسين ارتجاع الدم إلى القلب. هذا الارتفاع مرتبط بعدة عوامل مثل زيادة حجم الدم الوريدي وضغط الدم الانبساطي.

- **النتاج القلبي (Cardiac Output):**

النتاج القلبي = معدل ضربات القلب × حجم الضربة القلبية. خلال التمرين، قد يصل النتاج القلبي إلى 20–25 لتر/دقيقة عند الأفراد غير المدربين، وقد يتجاوز 30 لتر/دقيقة عند الرياضيين المحترفين.

- **إعادة توزيع الدم:**

يتغير تدفق الدم بشكل ديناميكي أثناء التمرين؛ يتم تقليل تدفق الدم إلى الأعضاء غير الضرورية (مثل الجهاز الهضمي والكلى)، بينما تزداد نسبة الدم المتجهة إلى العضلات الهيكلية النشيطة، وذلك من خلال توسع الأوعية الدموية في العضلات وتضيقها في الأعضاء الأخرى.

- **ضغط الدم:**

يرتفع ضغط الدم الانقباضي بسبب زيادة النتاج القلبي، بينما يبقى ضغط الدم الانبساطي ثابتًا أو ينخفض قليلاً في التمارين الهوائية. في التمارين اللاهوائية، يمكن أن يرتفع كلا الضغوط بسبب مقاومة الأوعية الدموية.

ب. الجهاز التنفسي

- **التهوية الرئوية (Pulmonary Ventilation):**

مع بداية التمرين، يزداد عمق وسرعة التنفس (التنفس الحجمي والتردد التنفسي) لتلبية الطلب المتزايد على الأوكسجين والتخلص من ثاني أكسيد الكربون. يمكن أن تزيد التهوية الرئوية من 6–8 لتر/دقيقة في الراحة إلى أكثر من 100 لتر/دقيقة في التمارين الشديدة.

- **تبادل الغازات:**

زيادة تدفق الدم إلى الحويصلات الهوائية في الرئتين يحسن من تبادل الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون بين الرئة والدم. يتم تحفيز التنفس بواسطة مراكز التنفس في الدماغ استجابة لانخفاض مستوى الأوكسجين وارتفاع ثاني أكسيد الكربون في الدم.

ج. الجهاز العضلي

- **زيادة استهلاك الأوكسجين (Oxygen Uptake):**

تزداد كمية الأوكسجين المستخدمة في العضلات لتوليد الطاقة عن طريق الأيض الهوائي.

- **التحول إلى الأيض اللاهوائي:**

عند شدة تمرين عالية لا تتوافر فيها كمية كافية من الأوكسجين، يبدأ الجسم بالاعتماد على الأيض اللاهوائي، الذي ينتج حمض اللاكتيك كمخلفات، مما يسبب تعب العضلات.

- **ارتفاع درجة حرارة العضلات:**

أثناء التمرين، تزداد حرارة العضلات نتيجة زيادة معدل التفاعلات الكيميائية، وهذا يحسن من نشاط الإنزيمات لكنه قد يؤدي إلى الإجهاد الحراري إذا تجاوز حد معين.

- **زيادة تدفق الدم إلى العضلات:**

توسع الأوعية الدموية العضلية يرفع من تدفق الدم ويعزز وصول الأوكسجين والغذاء.

د. الجهاز العصبي

- **تنشيط الجهاز العصبي الودي:**

يؤدي إلى زيادة اليقظة وزيادة استثارة العضلات. كما يحفز إفراز هرمونات التوتر مثل الأدرينالين والنورأدرينالين التي تزيد من قوة الانقباض العضلي وتسريع ضربات القلب.

- **التنسيق الحركي:**

الجهاز العصبي المركزي يرسل إشارات أكثر تواترًا وقوة إلى العضلات لتلبية متطلبات الحركة.

2. الاستجابات المزمنة للتدريب (Chronic Adaptations)

هذه التغيرات تظهر بعد أسابيع إلى أشهر من التدريب المنتظم، وتمكن الرياضي من أداء الجهد بشكل أكثر كفاءة.

أ. التكيفات القلبية والوعائية

- **زيادة حجم البطين الأيسر (Cardiac Hypertrophy):**

تدريب التحمل الهوائي يؤدي إلى تضخم البطين الأيسر وزيادة قوة الانقباض القلبي، ما يسمح بضخ كمية أكبر من الدم لكل نبضة.

- **انخفاض معدل ضربات القلب في الراحة (Resting Bradycardia):**

لأن القلب أصبح أكثر كفاءة، فإنه يضخ كمية كافية من الدم بمعدل ضربات أقل.

- **زيادة كثافة الشعيرات الدموية (Capillarization):**

زيادة عدد الشعيرات الدموية حول الألياف العضلية يحسن تبادل الغازات والمواد الغذائية.

- **تحسين توزيع الدم:**

زيادة القدرة على إعادة توجيه الدم بشكل أكثر فعالية للعضلات النشطة.

ب. التكيفات التنفسية

- **تحسن كفاءة تبادل الغازات:**

زيادة مساحة السطح للحويصلات الهوائية وتوسع الأوعية الدموية الرئوية يحسن تبادل الأكسجين.

- **زيادة القدرة الحيوية للرئة:**

زيادة حجم الهواء الذي يمكن استنشاقه وزفيره، مما يعزز الأداء.

- **زيادة VO_2 max:**

مؤشر رئيسي على كفاءة الجهاز التنفسي والقلب والأوعية الدموية، حيث يعكس الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين في الجسم أثناء التمرين.

ج. التكيفات العضلية

- **تضخم الألياف العضلية (Hypertrophy):**

زيادة حجم الألياف العضلية خاصة ألياف النوع الثاني (سريعة الانقباض) في تدريب القوة، وألياف النوع الأول (بطيئة الانقباض) في تدريب التحمل.

- **زيادة عدد الميتوكوندريا:**

الميتوكوندريا هي مصانع الطاقة داخل الخلايا، وزيادتها تحسن القدرة على إنتاج الطاقة الهوائية.

- **تحسن في نظام إزالة حمض اللاكتيك:**

يصبح الجسم أكثر كفاءة في إزالة وتحويل حمض اللاكتيك، مما يقلل من التعب العضلي.

د. التكيفات العصبية

- **تحسين التوصيل العصبي العضلي:**

زيادة قوة واستجابة الإشارات العصبية للعضلات.

- **تحسين التنسيق الحركي والدقة:**

يسمح بحركات أكثر فاعلية وأقل استهلاكًا للطاقة.

3. التأقلم الفسيولوجي للتدريب: الآليات التفصيلية

- **التغيرات الجينية:**

التدريب المستمر يحفز التعبير الجيني المسؤول عن زيادة إنتاج الإنزيمات والمواد البروتينية اللازمة للطاقة والبناء العضلي.

- **التغيرات في الجهاز الهرموني:**

مثل زيادة حساسية مستقبلات الإنسولين وتحسين إفراز هرمونات النمو والتستوستيرون التي تلعب دورًا هامًا في بناء العضلات والتعافي.

- **تحسين نظام التمثيل الغذائي:**

زيادة كفاءة استخدام الدهون كمصدر طاقة أثناء التمرين، مما يحفظ مخازن الجليكوجين العضلي.

4. العلاقة بين شدة التمرين ومدة التدريب مع الاستجابات الفسيولوجية

- التمارين عالية الشدة مثل التدريب المتقطع تحفز زيادة كبيرة في الاستجابات العصبية والهرمونية، وتؤدي إلى تغييرات هيكلية في العضلات (زيادة ألياف النوع الثاني).

- التمارين منخفضة إلى متوسطة الشدة ولكن طويلة المدة تؤدي إلى تحسينات في التحمل القلبي التنفسي، وزيادة ألياف النوع الأول.

- مدة التمرين الطويلة تتطلب زيادة قدرة الجسم على تأمين الطاقة المستدامة، مما يسبب تغييرات في أيض الدهون والكربوهيدرات.

5. ملخص أهمية الفهم العميق لهذه الاستجابات

- يمكن للأستاذ الجامعي أو المدرب تصميم برامج تدريبية تستهدف تحسين القدرات الفسيولوجية بشكل دقيق وفعال.
- فهم هذه الاستجابات يسمح بمراقبة تقدم المتدربين وتعديل البرامج بشكل علمي.
- يساعد في تجنب حالات الإفراط في التدريب أو الإصابات الناتجة عن تدريب غير ملائم.
- يساهم في رفع الأداء الرياضي وتحسين الصحة العامة.

خاتمة المحاضرة

تُظهر الاستجابات الفسيولوجية الحادة والمزمنة لجسم الإنسان تجاه التمارين البدنية مدى تعقيد وقدرة الجسم على التكيف مع متطلبات الأداء البدني المختلفة. إن الفهم العميق لهذه الاستجابات لا يقتصر فقط على الجانب النظري، بل هو أساس عملي مهم يُمكن من خلاله تصميم برامج تدريبية فعالة تلبي أهداف الرياضيين أو الطلبة في مجال التربية البدنية.

التغيرات الحادة التي تحدث فور بدء النشاط البدني تهدف إلى دعم الأداء الفوري، بينما التكيفات المزمنة التي تحدث مع الاستمرارية في التدريب تسهم في تحسين القدرات البدنية على المدى الطويل وتقليل احتمالية الإصابة. بالتالي، يعد الإلمام بتفاصيل هذه العمليات الفسيولوجية شرطاً أساسياً لكل أخصائي تربية بدنية يسعى لتحقيق أقصى استفادة من التدريب، سواء لتعزيز الأداء الرياضي أو للحفاظ على الصحة العامة.

في المحاضرات القادمة سنتناول تطبيقات عملية لهذه المفاهيم في برمجة التدريب الرياضي وكيفية الاستفادة من المؤشرات الفسيولوجية في تقييم الأداء الرياضي بشكل علمي ودقيق.

المحاضرة التاسعة:

الفسيولوجيا في رياضات مختلفة

التحمل – القوة – السرعة – المرونة من منظور فسيولوجي

ومتطلبات الطاقة حسب نوع الرياضة

◆ تمهيد

تختلف الرياضات من حيث طبيعتها ومكوناتها البدنية، ويُقابِل كل نوع منها مجموعة من المتطلبات الفسيولوجية الخاصة. لفهم الأداء الرياضي وتطويره، يجب التعمق في دراسة **كيفية استجابة الأنظمة الحيوية للجسم (العضلي، العصبي، القلبي الوعائي، التنفسي والطاقوي)** لمتطلبات كل نوع من الرياضة.

سواء كانت رياضة تحملية، سرعة، قوة أو مرونة، فإن لكل منها **محددات فسيولوجية** تجعل من التدريب أكثر تخصيصًا وفعالية.

أولاً: التحمل (Endurance) من منظور فسيولوجي

1. مفهوم التحمل

التحمل هو القدرة على أداء جهد بدني لفترة زمنية طويلة نسبيًا دون تعب مفرط. ويُعد أحد المكونات الرئيسية للعديد من الرياضات كالجري الطويل، السباحة، ركوب الدراجة والترياتلون.

2. الأسس الفسيولوجية للتحمل

- **الجهاز القلبي الوعائي:** ارتفاع النتاج القلبي، وزيادة قدرة القلب على ضخ الدم المؤكسج.
- **الجهاز التنفسي:** تحسين كفاءة التهوية الرئوية وزيادة الحجم التنفسي والدقيقة التنفسية.

- **العضلات الهيكلية:** زيادة عدد الميتوكوندريا، وتحسين الأكسدة العضلية للدهون والكربوهيدرات.
- **الجهاز العصبي:** تنسيق الجهد العضلي على مدى طويل مع تقليل التعب العصبي.

3. التكيفات المزمنة للتدريب التحملي

- ارتفاع القدرة الهوائية القصوى (VO_2max)
- انخفاض معدل ضربات القلب في الراحة والمجهود
- تحسين نسبة استخدام الدهون كمصدر للطاقة
- تأخير تراكم حمض اللاكتيك

ثانياً: القوة (Strength) من منظور فسيولوجي

1. مفهوم القوة

القوة هي قدرة العضلة أو مجموعة عضلية على إنتاج أكبر قدر من التوتر العضلي خلال انقباض واحد.

2. المحددات الفسيولوجية للقوة

- **الألياف العضلية:** التركيز على ألياف النوع الثاني (سريعة الانقباض)، وهي أكثر قدرة على توليد القوة.
- **التحفيز العصبي:** زيادة تزامن تجنيد الوحدات الحركية، وتحسين تواتر النبضات العصبية.

- **زيادة الكتلة العضلية:** كنتيجة لتحفيز النمو العضلي بفعل التحميل الميكانيكي (Hypertrophy).
- **تحسين الفعالية العصبية:** عبر تقليل التثبيط العصبي وتحسين التواصل بين الأعصاب والعضلات.

3. الفروق حسب نوع التدريب

- تدريب القوة القصوى: يعتمد على التحفيز العصبي.
- تدريب القوة الانفجارية: يجمع بين السرعة والقوة، ويستهدف إنتاج القوة في وقت قصير.
- تدريب القوة التحملية: يطور القدرة على تحمل مقاومة مستمرة زمنًا أطول.

ثالثاً: السرعة (Speed) من منظور فسيولوجي

1. مفهوم السرعة

السرعة هي القدرة على أداء حركات سريعة في أقصر وقت ممكن، وهي عنصر حاسم في رياضات مثل العدو، الألعاب الجماعية، الرياضات القتالية.

2. المحددات الفسيولوجية للسرعة

- **التحفيز العصبي:** تحسين سرعة التوصيل العصبي والانقباض العضلي.
- **النوع العضلي:** سيطرة الألياف السريعة على الأداء القصير والعنيف.
- **المرونة العصبية العضلية:** علاقة وثيقة بين استجابة العضلات والتنشيط العصبي السريع.
- **القدرة اللاهوائية:** استخدام سريع وفعال لمخازن الطاقة الخلوية (ATP–PCr).

3. عناصر السرعة

- سرعة رد الفعل
- السرعة الحركية
- سرعة التكرار
- السرعة القصوى
- السرعة التحملية

رابعاً: المرونة (Flexibility) من منظور فسيولوجي

1. مفهوم المرونة

المرونة هي مدى الحركة المتاح في المفصل أو مجموعة مفاصل، وهي ضرورية لأداء الحركات التقنية بدقة وتجنب الإصابات.

2. المحددات الفسيولوجية للمرونة

- **طبيعة الأنسجة الضامة:** كالأربطة، الأوتار، الكبسولة المفصلية.
- **الطول العضلي:** تأثره بالتدريب، درجة التوتر العضلي، وآليات الانعكاس العضلي.
- **تحكم عصبي مركزي:** يتعلق بقدرة الجهاز العصبي على السماح بإطالة العضلة دون تدخل الانعكاسات الوقائية.
- **العوامل الوراثية والعمر:** تلعب دورًا في تحديد مدى المرونة.

خامساً: متطلبات الطاقة حسب نوع الرياضة

1. أنظمة إنتاج الطاقة

أ. نظام ATP–PCr (الفسفاجيني)

- يُستخدم في الأنشطة القصيرة جدًا (5–10 ثوانٍ)
- دون الحاجة للأوكسجين
- مثالي في القوة السريعة، العدو القصير، القفز

ب. النظام اللاهوائي اللاكتيكي (التحلل اللاهوائي)

- يُستخدم في الأنشطة المتوسطة المدة (30 ثانية – 2 دقيقة)
- يؤدي إلى تراكم حمض اللاكتيك
- مثل: سباقات 400م، التجديف، المصارعة

ج. النظام الهوائي (التحلل الهوائي)

- يُستخدم في الأنشطة الطويلة المدى
- يعتمد على الأوكسجين لتحويل الجلوكوز والدهون إلى طاقة
- مثالي في الجري الطويل، السباحة، التزلج عبر البلاد

2. العلاقة بين نوع الرياضة ونظام الطاقة المسيطر

النظام الطاقوي المسيطر	نوع الرياضة
ATP–PCr	رفع الأثقال
ATP–PCr + لاكتيكي	100 متر عدو
لاكتيكي + هوائي	400 – 800 متر
هوائي	سباق الماراثون
مختلط حسب شدة الأداء وتواتره	كرة القدم / السلة
ATP–PCr + مرونة عصبية عضلية	الجمباز

ملاحظة: بالرغم من أن كل الأنظمة تعمل في كل رياضة بنسب مختلفة، إلا أن أحدها يكون "مهيمنًا" حسب مدة وشدة النشاط.

◆ خاتمة المحاضرة

تمثل الفسيولوجيا حجر الأساس لفهم الأداء البدني في كل رياضة. حيث تختلف المتطلبات حسب نوع النشاط، لكن يبقى العامل المشترك بينها جميعًا هو قدرة الجسم على التكيف والتطور من خلال التدريب المنتظم والهادف.

إن إدراك كيفية مساهمة أنظمة الطاقة، والعضلات، والجهاز العصبي في كل نوع رياضي، يسمح للمدرب وأخصائي التربية البدنية بتصميم برامج تدريبية دقيقة، وتخصيص الحمل التدريبي وفقًا لطبيعة الرياضة ومهارات الفرد.

كلما كان التخصص الفسيولوجي في التدريب دقيقًا، كانت النتائج أكثر فعالية وأمانًا، سواء من حيث الأداء أو الوقاية من الإصابات.

المحاضرة العاشرة:

التطبيقات الفسيولوجية في التدريب الرياضي

استخدام المؤشرات الفسيولوجية في تقييم الأداء

أهمية معرفة العتبة اللاهوائية والنبض القلبي في برمجة التدريب

◆ تمهيد نظري

مع تطور علوم الفسيولوجيا والرياضة، أصبح من الضروري أن يُبنى التدريب الرياضي على أسس علمية موضوعية تُراعي خصائص كل رياضي من الناحية الفسيولوجية. لذلك، لم يعد من المقبول أن يُبنى البرنامج التدريبي فقط على الخبرة أو الإحساس الذاتي، بل ينبغي إدماج أدوات التقييم الفسيولوجي بشكل مباشر داخل الحصص التدريبية.

إن فهم التغيرات الفسيولوجية الناتجة عن التدريب، ومعرفة المؤشرات الحيوية التي تُخبرنا عن حدود الأداء والجهد، أمران أساسيان لوضع برامج تدريبية أكثر فعالية، وتفادي الإجهاد والإصابات، وتوجيه الحمل البدني بدقة حسب قدرات كل رياضي.

المحور الأول: ماهية المؤشرات الفسيولوجية وأهميتها في التدريب الرياضي

1. تعريف المؤشر الفسيولوجي

هو متغيّر بيولوجي يُقاس كمياً ليُعطي مؤشراً دقيقاً عن استجابة الجهاز الوظيفي (القلبي، التنفسي، العضلي، العصبي...) للمجهود البدني أو الحالة الاستشفائية أو التأقلم التدريبي.

2. خصائص المؤشر الجيد

- **الدقة والموضوعية:** يُقاس بأداة معيارية.
- **القابلية للتكرار:** يعطي نتائج متشابهة لنفس الفرد في نفس الظروف.
- **الاستجابة للحمل التدريبي:** يتغير بشكل منطقي مع تغير شدة الجهد.
- **الارتباط بالأداء:** كلما كان مرتبطاً بالأداء الحركي كان أكثر فائدة.

3. وظائف المؤشرات الفسيولوجية

- ضبط **شدة التدريب.**
- مراقبة **الاستشفاء والتعب.**
- تقييم **فعالية البرنامج التدريبي.**
- كشف **الإفراط أو سوء التكيف.**

المحور الثاني: المؤشرات القلبية والتنفسية ودورها في تقييم الأداء

1. معدل النبض القلبي (Heart Rate – HR)

أ. مفهومه:

هو عدد ضربات القلب في الدقيقة، ويعكس مدى استجابة القلب للجهد.

ب. أنواعه:

- **نبض الراحة (HRrest):** يُقاس صباحاً بعد الاستيقاظ.
- **النبض أثناء التمرين (HRex).**
- **النبض الأقصى (HRmax)** = 220 – السن (تقريبي).
- **النبض بعد التمرين (Recovery HR).**

ج. استخداماته التدريبية:

- تحديد **مناطق التدريب الهوائي واللاهوائي.**
- مؤشر على **مستوى اللياقة** (كلما انخفض HRrest دل على كفاءة قلبية).
- تقييم **الاستشفاء** (بطء عودة HR إلى قيمته الطبيعية قد يدل على تعب مفرط).

2. العتبة اللاهوائية (Anaerobic Threshold – AT)

أ. تعريفها:

هي النقطة التي يبدأ فيها الجسم **بإنتاج حمض اللاكتيك أكثر مما يستطيع التخلص منه،** وهي تمثل أعلى شدة يمكن للرياضي الحفاظ عليها لفترة طويلة نسبيًا دون تعب سريع.

ب. طرق تحديدها:

- **اختبار الجهد التراكمي** وتحليل **اللاكتات في الدم.**
- **تحليل التهوئة (Ventilatory Threshold).**

ج. فوائد معرفتها:

- تساعد في **برمجة الشدة** بدقة.
- تحدد نطاق العمل الأمثل في رياضات التحمل.
- تقي من **التدريب فوق القدرة.**

المحور الثالث: المؤشرات الأيضية والعضلية وأثرها على البرمجة

1. استهلاك الأوكسجين VO_2max

أ. تعريفه:

هو أقصى كمية من الأوكسجين يمكن للجسم استهلاكها خلال جهد بدني أقصى.

ب. أهميته:

- مؤشر رئيسي في رياضات التحمل (عدو، سباحة، دراجة...).
- يدل على كفاءة **الجهازين التنفسي والدوري.**
- مرتبط بشكل مباشر **بنجاعة إنتاج الطاقة الهوائية.**

ج. طرق قياسه:

- في المخابر عبر **أجهزة تحليل الغاز التنفسي**.
- ميدانياً عبر اختبارات مثل **Cooper Test** أو **Léger Test**.

2. تراكم اللاكتات في الدم

أ. تعريفه:

هو تراكم حمض اللاكتيك كنتاج عن عمليات **التحلل اللاهوائي للغلوكوز** في الجهد الشديد.

ب. دلالاته:

- مؤشر على الدخول في **منطقة الإجهاد**.
- يمكن الاستفادة منه لتحديد **عتبة التحمل** وتجنب تراكم التعب.

المحور الرابع: استخدام المؤشرات الفسيولوجية في تصميم البرامج التدريبية

1. ضبط الشدة باستخدام النبض

نوع الجهد	نسبة من HRmax	المنطقة
تعافي واسترجاع	%60–50	1
التحمل الأساسي	%70–60	2
العتبة الهوائية	%80–70	3
العتبة اللاهوائية	%90–80	4
جهد أقصى (سرعة – سباقات)	%100–90	5

2. برمجة التدريب بالاستناد إلى VO_2max

- **60–70%**: تحفيز التمثيل الغذائي الدهني.
- **70–85%**: تطوير التحمل.
- **85–95%**: تقوية القدرة الهوائية.
- **>95%**: تحسين VO_2max بشكل مباشر (باستخدام الفواصل والتمارين المتقطعة).

3. تصميم فترات الراحة حسب المؤشرات

- راقب **HR Recovery**: إذا لم يعد إلى قيمته الطبيعية خلال 1–2 دقيقة، دل ذلك على أن الرياضي لا يزال في مرحلة تعب.
- راقب **اللاكتات**: تدريبات متتالية يجب أن تُعطى فقط بعد استقرار تركيز اللاكتات.

المحور الخامس: تطبيقات ميدانية على مؤشرات الأداء

1. رياضة الماراثون

- الاعتماد الكبير على **VO_2max** وعتبة اللاكتات.
- الشدة التدريبية المثلى = 70–85% من HRmax.
- الراحة بين الحصص تُضبط حسب **سرعة الاستشفاء القلبي**.

2. رياضة كرة القدم

- تتطلب مزيجًا من الجهد الهوائي واللاهوائي.
- تُستخدم اختبارات **Yo–Yo test** لقياس قدرة التحمل.
- يراقب المدربون **النبض أثناء المباريات** لفهم درجة التعب.

3. رياضات السرعة (100م – 200م)

- الاعتماد الأساسي على **الطاقة اللاهوائية**.
- تركز البرمجة على التمارين عالية الشدة مع **فترات راحة طويلة**.
- تُستخدم مؤشرات مثل **النبض الأقصى** وفترات العودة الطبيعية للراحة

المحور السادس: أهمية التحليل الدوري للمؤشرات

- يعكس التحليل المنتظم للمؤشرات مدى **تقدم أو تراجع الرياضي**.
- يساعد في تعديل الحصص: إما بزيادة الشدة أو تقليلها.
- يمكن الكشف المبكر عن **الإفراط في التدريب أو الإرهاق المزمن**.
- يدعم اتخاذ قرارات دقيقة حول المشاركة في المنافسات.

خاتمة المحاضرة

في عصر الرقمنة والبيانات الحيوية، لم يعد من الممكن الاعتماد فقط على الإحساس أو الملاحظة لتوجيه التدريب. بل أصبح من الضروري استخدام **المؤشرات الفسيولوجية** كأدوات علمية تساعد على:

- فهم الحالة البيولوجية الدقيقة للرياضي.
- تحسين فعالية التدريب وتقليل المخاطر.
- رفع سقف الأداء بشكل متزن ومستمر.

إن دمج هذه المؤشرات في العمل الميداني يسمح لنا كمدربين وأساتذة بتقديم تدريب شخصي، دقيق، ومستند على العلم، مما يعزز من الأداء ويُطيل عمر العطاء الرياضي.

الخاتمة

خاتمة

تُعدّ الفيزيولوجيا العامة من الركائز الأساسية لفهم آليات عمل الجسم البشري، خاصة في سياق النشاط البدني والتدريب الرياضي. ومن خلال المحاضرات التي تضمّنتها هذه المطبوعة، سعينا إلى تقديم محتوى علمي دقيق، مبني على أحدث المفاهيم الفسيولوجية، بطريقة مبسطة وملائمة لمستوى طلبة التربية البدنية والرياضية.

لقد تم التطرق إلى الوظائف الحيوية للجسم، كالجهاز العصبي، القلبي الوعائي، التنفسي، العضلي، والهرموني، مع التركيز على كيفية استجابتها للتدريب البدني، وتأقلمها مع مختلف أنواعه وشدّته. كما تطرقت المحاضرات إلى التطبيقات العملية للفسيولوجيا في المجال الرياضي، وكيفية استغلال المؤشرات البيولوجية لتوجيه التدريب وتقييم الأداء.

إن إدراك الطالب للفسيولوجيا لا يقتصر فقط على الفهم النظري، بل يتعداه إلى التطبيق العملي، الذي يُعدّ حجر الزاوية في تكوين الإطار الرياضي القادر على اتخاذ قرارات علمية دقيقة، سواء في ميدان التدريب أو التأهيل البدني أو التدريس.

في نهاية هذه المطبوعة، نؤكد على أن **الفسيولوجيا ليست علماً جامداً، بل هي أداة ديناميكية يجب توظيفها باستمرار لفهم التغيرات التي تطرأ على الجسم في مختلف الحالات البدنية، وبالتالي تحسين الأداء وتحقيق مبدأ "التدريب الذكي" المبني على الأسس العلمية.**

وختامًا، نأمل أن تكون هذه المطبوعة قد لبّت تطلعات طلبتنا الأعزاء، وساهمت في بناء قاعدة معرفية متينة تمكّنهم من مواصلة مشوارهم الأكاديمي والمهني بكفاءة ووعي علمي رفيع.

المصادر و المراجع

📘 أولًا: مراجع أجنبية (كتب علمية موثوقة)

1. **Powers, S.K., & Howley, E.T.** (2020). *Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance*. 10th Edition. McGraw-Hill Education.

   🔹 مرجع شامل للفيزيولوجيا التطبيقية المرتبطة بالنشاط البدني.

2. **Sherwood, L.** (2015). *Human Physiology: From Cells to Systems*. 9th Edition. Cengage Learning.

   🔹 مرجع مفصل في فيزيولوجيا أجهزة الجسم من المستوى الخلوي إلى الجهازي.

3. **Hall, J.E.** (2020). *Guyton and Hall Physiology Review*. 3rd Edition. Elsevier.

   🔹 مراجعة علمية لكتاب غيتون، مناسبة للتقييم والتطبيق.

4. **Noble, B.J., & Robertson, R.J.** (1996). *Perceived Exertion*. Human Kinetics.

   🔹 مخصص لفهم الاستجابات الحسية والذهنية للتعب والجهد البدني.

5. **Kenney, W.L., Wilmore, J.H., & Costill, D.L.** (2020). *Physiology of Sport and Exercise*. 7th Edition. Human Kinetics.

- مرجع متخصص للطلاب في علوم الرياضة.

6. **Tortora, G.J., & Derrickson, B.** (2017). *Principles of Anatomy and Physiology*. 15th Edition. Wiley.

- يربط بين التشريح والفيزيولوجيا.

7. **Thibodeau, G.A., & Patton, K.T.** (2012). *Structure & Function of the Body*. 14th Edition. Elsevier.

- مرجع مبسط للتركيب والوظيفة.

ثانيًا: مراجع باللغة العربية

8. **الدكتور خليل إبراهيم عبد الرحمن** (2014). *الفيزيولوجيا العامة والتطبيقية*. دار الفكر العربي، القاهرة.

- مرجع عربي متقدم في الفسيولوجيا العامة.

9. **الدكتور إبراهيم الشنواني** (2005). *الفيزيولوجيا الطبية*. دار النشر للجامعات، القاهرة.

◆ يغطي وظائف أجهزة الجسم بالتفصيل.

10. **الدكتور عبد الحفيظ نمر** (2002). *فسيولوجيا جسم الإنسان*. دار المسيرة، الأردن.

◆ من الكتب الأكاديمية المستخدمة في كليات التربية البدنية.

11. **الدكتور حسن حسين الطائي** (2009). *فسيولوجيا الرياضة*. مكتبة دار الكتاب الجديد، بغداد.

◆ يغطي الجهد البدني، التدريب، والأجهزة الحيوية.

12. **الدكتور محمود عزمي أبو العلا** (2007). *أسس الفسيولوجيا البشرية*. دار الفكر العربي.

◆ مناسب للسنوات الأولى من التخصص.

13. **الدكتور حامد عبد السلام زهران** (2001). *علم الفسيولوجي الرياضي*. دار الفكر العربي.

◆ من أشهر المراجع في الجامعات العربية.

ثالثًا: مقالات ومجلات علمية (حديثة ومحكّمة)

14. *Journal of Applied Physiology* – American Physiological Society

15. *European Journal of Sport Science* – Taylor & Francis

16. *Sports Medicine* – Springer

17. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*

18. *Medicine & Science in Sports & Exercise* – ACSM

19. *Physiology Reports* – Wiley Online Library

20. *Frontiers in Physiology* – Open Access Journal