المحاضرة الخامسة: لجهاز العصبي والجهد البدني الرياضي – تأثير التدريب على الجهاز العصبي

الجهاز العصبي هو المتحكم المركزي والمنسق الأساسي لكل حركة إرادية ولا إرادية أثناء الجهد البدني. عند الحديث عن التطور الرياضي، يميل الكثيرون إلى التركيز على العضلات، القلب، أو الرئتين. لكن الحقيقة العلمية تقول :التكيفات العصبية تسبق التكيفات العضلية والقلبية التنفسية في بداية برنامج تدريبي.

أهداف المحاضرة

1. فهم بنية ووظيفة الجهاز العصبي أثناء الرياضة.
2. شرح التكيفات العصبية الحادة والمزمنة للتدريب.
3. تحسين تطبيق هذه المعرفة في تصميم البرامج التدريبية.

1.التقسيم الوظيفي للجهاز العصبي في الرياضة

- **الجهاز العصبي المركزي** :(**CNS**) الدماغ والحبل الشوكي. مركز اتخاذ القرار، التخطيط الحركي، وتنظيم الانتباه.
- **الجهاز العصبي المحيطي**:(**PNS**)
  - **ألياف واردة** (**حسية** :(تنقل المعلومات من المستقبلات الحسية (عضلات، أوتار، مفاصل، دهليزية) إلى.CNS
  - **ألياف صادرة** (**حركية** :(تنقل الأوامر من CNS إلى العضلات الهيكلية عبر الخلايا العصبية الحركية العلوية والسفلية.

2.الوحدة الحركية – (**Motor Unit**) المفتاح العصبي للقوة

- **الوحدة الحركية = خلية عصبية حركية سفلى + جميع الألياف العضلية التي تعصبها.**
- قانون هينمان :(Henneman) يتم تنشيط الوحدات الحركية حسب حجمها، من الأصغر (المقاومة للتعب، القوة المنخفضة) إلى الأكبر (القوة العالية، القابلة للإرهاق.(

- التدريب يغير ترتيب واستدعاء هذه الوحدات.

التغيرات الفورية:

1. **زيادة التدفق الدموي الدماغي** للمناطق المسؤولة عن الحركة والتنسيق (القشرة الحركية، المخيخ، العقد القاعدية.(
2. **ارتفاع النواقل العصبية** :مثل الدوبامين، النورأدرينالين (تحسين اليقظة والانتباه)، والأسيتيل كولين (النقل العصبي العضلي.(
3. **تثبيط الجهاز العصبي السمبتاوي)** الراحة والهضم) وتفعيل الجهاز الودي (التأهب والقتال أو الهرب.(
4. ظهور **الإعياء العصبي المركزي (Central Fatigue)** مع المجهود الطويل أو الشديد:

- انخفاض مستوى السيروتونين والدوبامين؟ العكس صحيح جزئياً. الإعياء المركزي يرتبط بتراكم الأمونيا، زيادة السيروتونين (الذي يثبط الحركة)، وانخفاض تحفيز القشرة الحركية.

.1تحسين التوظيف العصبي(Neural Drive)

- **زيادة تردد التفريغ (Firing Rate)** للخلايا العصبية الحركية.
- **تزامن الوحدات الحركية** :**(Synchronization)** تتقلص وحدات حركية متعددة في نفس الوقت، مما ينتج قوة أكبر وأسرع.
- **إزالة التثبيط** :**(Disinhibition)** يقلل التدريب من تأثير المثبطات العصبية (مثل خلايا غولجي الوترية) التي تمنع انقباض العضلة لحمايتها، مما يسمح بتعبئة أقصى قوة ممكنة.

.2التكيف مع أنواع التدريب المختلفة

التكيف العصبي الرئيسي	نوع التدريب
زيادة التوظيف والتزامن، تحسين الكسب العصبي دون تضخم عضلي كبير في الأسابيع 3-8 الأولى.	**القوة القصوى (رفع الأثقال)**
تحسين استجابة منعكس التمدد، زيادة سرعة التوصيل العصبي، كفاءة الدورة الانقباضية التسريعية.(SSC)	**السرعة والانفجار (الركض، القفز)**
تحسين كفاءة النمط الحركي (توفير الطاقة)، تأخير الإعياء المركزي، زيادة عدد الميتوكوندريا في الخلايا العصبية الحركية.	**التحمل (الجري، السباحة)**
تكوين مشبكي جديد (لدونة عصبية)، أتمتة الحركة (انتقال من القشرة الحركية إلى العقد القاعدية والمخيخ).	**التوازن والمهارة (الجمباز، التزلج)**

.3اللدونة العصبية – (Neuroplasticity) الاكتشاف الأهم

- التدريب المنتظم يحفز **تكوين نقاط اشتباك عصبي جديدة**، خاصة في القشرة الحركية والمخيخ.
- يزداد **تفرع الخلايا العصبية** والتواصل بين نصفي الكرة المخية.
- تحسين **التكامل الحسي–الحركي** :يقرأ الجهاز العصبي معلومات العضلات والمفاصل بشكل أسرع وأدق.

.4تأثير التدريب على الجهاز العصبي الذاتي(Autonomic)

- **تحسين الكفاءة الودية** :زيادة سرعة تكيف القلب مع الجهد.
- **تعزيز النشاط السمبتاوي أثناء الراحة** :انخفاض معدل ضربات القلب في الراحة وتحسين التعافي.

الجزء الرابع: التطبيقات العملية للمدرب والرياضي

.1مبادئ تدريب الجهاز العصبي

- **الخصوصية** :التدريب العصبي يخصص للحركة المطلوبة. دماغ العداء ليس كدماغ الرباع.
- **العبء الزائد التدريجي** :لتحفيز التكيف العصبي، يجب زيادة الشدة (الوزن، السرعة) وليس فقط الحجم.
- **التعافي أمر حاسم** :يحتاج الجهاز العصبي إلى 24–72 ساعة للتعافي من جهد عالي الشدة.

الإجهاد العصبي المزمن = متلازمة الإفراط في التدريب.

.2علامات الإرهاق العصبي

- ضعف التركيز وردود الفعل.
- صعوبة في أداء حركات دقيقة كانت سهلة.
- انخفاض الدافعية ورهاب البدء بالتمرين.
- اضطراب النوم رغم الإرهاق الجسدي.

.3وسائل تعزيز التكيف العصبي

- **النوم** :مرحلة نوم الموجات البطيئة (Slow-wave) أساسية لترميم الخلايا العصبية.
- **التغذية** :الدهون الصحية (أوميغا–3)، التيروزين (ناقل للدوبامين)، الترطيب الجيد.
- **التصور العقلي** :(**Imagery**) ينشط مناطق حركية مشابهة للأداء الفعلي ويعزز المشابك العصبية.

التدريب الرياضي هو تدريب للجهاز العصبي أولاً، ثم للجهاز العضلي والقلبي التنفسي.

- في الأسابيع 3-6 الأولى من برنامج القوة، 90% من تحسن الأداء يعود إلى **تكيفات عصبية**، وليس تضخماً عضلياً.
- الجهاز العصبي هو المسؤول عن الحد الأقصى للقوة، السرعة، الدقة، ومقاومة الإعياء.
- إهمال الجانب العصبي في التدريب هو السبب الرئيسي للثبات (plateau) أو الإفراط في التدريب.

أسئلة للمناقشة

1. لماذا يرتفع أداء قوة الرياضي في أول شهر من التدريب دون زيادة ملحوظة في حجم العضلات؟
2. كيف نفسر أن تخيل رفع ثقل ثقيل ينشط نفس المناطق الدماغية كما في الرفع الفعلي؟
3. إذا شعرت أن أحد لاعبيك يعاني من "إرهاق عصبي"، كيف تعدل برنامجه التدريبي؟

المراجع

- McArdle, W.D., Katch, F.I., & Katch, V.L. (2015). *Exercise Physiology*.
- Zatsiorsky, V.M., & Kraemer, W.J. (2006). *Science and Practice of Strength Training*.
- دراسة حديثة: تأثير التدريب المتقطع عالي الشدة (HIIT) على اللدونة العصبية لدى البشر (Journal of Physiology, 2022).