



جامعة الصديق بن يحيى جيجل

كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية

قسم علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية



محاضرات مقياس فزيولوجيا الرياضة

تخصص تحضير بدني

السنة الأولى ماستر

أستاذ المقياس :

عبورة رابح

المحاور:

- 1 / المراقبة العصبية للحركة .
- 2 / التنظيم الهرموني للتمرينات البدنية .
- 3 / الجهاز القلبي الوعائي و مراقبة الحمل التدريبي لدى الرياضيين .
- 4 / الاستجابات و التغيرات الهرمونية عند ممارسة التمرينات البدنية .
- 5 / المناهج و الطرق التدريبية في ظروف نقص الأكسجين .
- 6 / الثالوث الرياضي لدى الرياضة النسوية في المستوى العالي .
- 7 / التقييم الفزيولوجي للأداء الرياضي .

تمهيد :

يتمتع نظام الغدد الصماء بتأثيرات تنظيمية عميقة داخل جسم الإنسان، وبالتالي لديه القدرة على التحكم في الوظائف المناسبة والحفاظ عليها داخل العديد من الأنظمة الفسيولوجية (أي التوازن الداخلي). تستخدم الهرمونات المرتبطة بنظام الغدد الصماء تأثيرات ذاتية أو مجاورة أو صماء على خلايا أنسجتها المستهدفة داخل هذه الأنظمة الفسيولوجية لضبط التوازن الداخلي. يمكن أن يؤدي إدخال التمارين الرياضية كعامل ضغط لتعطيل التوازن الداخلي إلى تضخيم تأثيرات هذه الهرمونات والتأثير عليها بشكل كبير. ولهذا الغرض، تحدث استجابة الغدد الصماء لجلسة تمرين حادة في سلسلة من المراحل، حيث تتناسب شدة الاستجابة مع شدة التمرين أو حجمه. تُعتبر آليات فسيولوجية مختلفة مسؤولة عن هذه الاستجابات، على الرغم من أن بعضها غير مفهوم أو موضح تمامًا.

لا يقضي التدريب الرياضي المزمّن على استجابة التمرين الحادة، ولكنه قد يخفف من التأثير الكلي للاستجابة حيث يتكيف الجسم بطريقة إيجابية مع التدريب .

التعديل الهرموني مع التدريب الرياضي

يمتلك جسم الإنسان مجموعة متنوعة من المواد الشبيهة بالهرمونات التي تُظهر تأثيرات صماء، وجوارية، وذاتية على أنسجة الجسم. وتشارك هذه المواد، من الناحية الفسيولوجية، في العديد من الأدوار التنظيمية لعمليات حيوية مثل النمو والتطور، والتكاثر، والتمثيل الغذائي، والترطيب، وتعديلات القلب والأوعية الدموية، والاستجابات المناعية، والاستجابة للضغط النفسي. وتشير الدراسات البحثية إلى أن النشاط البدني والتمارين الرياضية يمكن أن يكون لهما تأثيرات قوية على إنتاج هذه المواد الشبيهة بالهرمونات، وبالتالي على العمليات التي تنظمها ¹⁻⁴. في معظم الحالات، تكون تأثيرات التمارين الرياضية على الجوانب الصماء للجسم إيجابية، وتساعد في تحسين الوظائف الحيوية للأنسجة والأعضاء، مما يؤدي إلى تحسين الصحة و/أو الأداء. ومع ذلك، لسوء الحظ، عندما تُمارس التمارين الرياضية بشكل غير صحيح أو تُنفذ برامج تدريبية غير مُصممة بشكل جيد، فقد تحدث استجابات صماء عكسية، وعواقب فسيولوجية سلبية.

عادةً ما يتبع الأفراد الذين يمارسون الرياضة بهدف تحسين صحتهم ورفاهيتهم برنامجًا تدريبيًا يتضمن 3-5 أيام من النشاط أسبوعيًا، لمدة 20-60 دقيقة بكثافة منخفضة إلى متوسطة. ويُعد هذا الالتزام الذي يتراوح بين 1.5 و5 ساعات أسبوعيًا تحديًا للعديد من الأشخاص العاديين. أما بالنسبة للرياضيين، فقد يمثل هذا الحجم من النشاط ما يقومون به عادةً في يوم واحد من برنامجهم التدريبي. وتؤدي هذه الجرعات الكبيرة من التمارين الرياضية، عند ممارستها بشكل مزمّن، إلى تعديلات وتكيفات فسيولوجية كبيرة وهامة، وهو ما يراه العديد من الخبراء ضروريًا لتعزيز الأداء الرياضي إلى أعلى المستويات. 6,7 وبغض النظر عما إذا كان الشخص عاديًا أو رياضيًا يمارس الرياضة، فهناك تغييرات عميقة في نظام الغدد الصماء تسمح للجسم بالتكيف مع الاحتياجات الفسيولوجية للتمارين الرياضية

ولهذا الغرض، سنتناول استجابات وتعديلات نظام الغدد الصماء فيما يتعلق بالتمارين الرياضية والتدريب الرياضي حيث هناك العديد من أشكال وأنواع النشاط الرياضي، وإلى حد ما يتأثر نوع الاستجابة الهرمونية بمتطلبات أنظمة الطاقة والأنظمة الفسيولوجية السائدة اللازمة لأداء النشاط، ولهذا السبب الأخير و كوسيلة لتنظيم الحوار حول هذا الموضوع، سيتم عرض الاستجابات الهرمونية في نهج ثنائي يتناول أنشطة القلب والأوعية الدموية الهوائية (أي القائمة على التحمل) مقابل أنشطة القوة العضلية اللاهوائية (القائمة على قوة المقاومة).

عند تقييم وتحديد كمية التدريب الرياضي، من الضروري فهم مفهوم جرعات التمرين. تتكون جرعة التمرين من "كمية" التمرين التي يتعرض لها الفرد و المكونات التي يتم التلاعب بها لتعديل الجرعة هي مدة كثافة التمرين، وشدة الجهد داخل جلسة التمرين المعنية، وتكرار جلسات التمرين في اليوم - الأسبوع (إذا كان الأمر يتعلق ببرنامج تدريبي). الشدة هي أكثر هذه المكونات تعقيداً عادةً ما يرتبط إدراك مدى صعوبة التمارين الرياضية المكثفة بالاستجابات القلبية الوعائية، والتي تُعبر عنها عادةً كنسبة مئوية من الحد الأقصى لمعدل ضربات القلب (HRmax) أو الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين $\text{VO}_{2\text{max}}$ (في تمارين التحمل، يعتمد الأداء بشكل كبير على الجهاز القلبي الوعائي واستقلاب الطاقة الهوائية. وهذا يعني أن التعبير عن شدة التمرين نسبةً إلى $\text{VO}_{2\text{max}}$ أو HRmax مناسب في هذه التمارين. من ناحية أخرى، تتميز تمارين المقاومة بقوة عضلية عالية، ويكون الأداء فيها أقل اعتماداً على وظائف القلب والأوعية الدموية، وأكثر اعتماداً على مسارات إنتاج الطاقة اللاهوائية $\text{VO}_{2\text{max}}$ في هذا النوع الأخير من التمارين، ونظراً لأن تمارين المقاومة تُشكل عنصراً أساسياً، فإن التعبير عن شدة التمرين يعتمد على النسبة المئوية للأداء الأقصى بالنسبة لمهمة مقاومة (أي رفع وزن محدد)، والمعيار المرجعي هنا هو الحد الأقصى للتكرار الواحد 1 RM، يمثل هذا أقصى وزن وقوة يمكن توليدهما لتلك المهمة، ويشير إلى قدرة شدة بنسبة 100%.

يقدم الجدول 1 ملخصاً وشرحاً لقضايا شدة أنشطة التمرين.

استجابات الهرمونات الحادة للتمرين :

أ- ما يحدث أثناء التمرين :

يمكن أن تكون الاستجابات الحادة للأنظمة الفسيولوجية الرئيسية لجولة واحدة من التمرين كبيرة، وعادة ما تتناسب مع شدة التمرين، على الرغم من أنه من المهم إدراك أن علاقة هذه الاستجابة (الاستجابات) النسبية ليست دائمًا خطية تمامًا.

الجدول 1: تمارين التحمل والمقاومة مصنفة حسب مستويات الشدة المختلفة

مصطلحات أخرى	المدة التمثيلية (بالدقائق)	مسار الطاقة السائد	الشدة النسبية	إدراك الجهد	الفئة المصطلح
أنشطة تمارين التحمل					
قصير المدى، دون الحد الأقصى	أكثر من 30	هوائي	أقل من 35% VO_{2max}	سهل	تمرين خفيف
دون الحد الأقصى، مطول	30-180	هوائي	أقل من 70% وأكثر من 35% VO_{2max}	صعوبة متوسطة	تمرين متوسط
دون الحد الأقصى، مطول، عالي الشدة	≤ 120	هوائي-لاهوائي	أقل من 100% وأكثر من 70% VO_{2max}	صعب	تمرين شاق
أقصى أو أقصى، عالي الشدة	أقل من 15	هوائي-لاهوائي	100% VO_{2max}	شاق	تمرين أقصى
أقصى جهد، قوة	< 1	لاهوائي	أكثر من 100% VO_{2max}	شاق للغاية	تمرين فوق الحد الأقصى
تمارين المقاومة					
دون الحد الأقصى	< 1	هوائي-لاهوائي	$< 35\%$ 1RM	صعوبة متوسطة	تمرين دون الحد الأقصى
أقصى جهد، قوة	< 0.1	لاهوائي	$\sim 100\%$ 1RM	شاق للغاية	أقصى جهد
سلبيات	≤ 0.1	لاهوائي	$> 100\%$ 1RM	شاق للغاية	تمرين فوق الحد الأقصى

VO_{2max} : أقصى استهلاك للأوكسجين؛ 1RM: الحد الأقصى للتكرار الواحد

الهرمونات تحدث تغييرات في التمرين لأسباب فسيولوجية مختلفة:

(أ) لتحفيز تعديلات القلب والأوعية الدموية. (ب) لتنشيط مسارات إنتاج الطاقة وتعبئة ركائز الطاقة. (ج) لتسهيل الحفاظ على ترطيب كافٍ و(د) إلى حد ما كجزء من تفاعل الإجهاد. يوضح الجدول 2 التغييرات العامة لمجموعة متنوعة من الهرمونات استجابةً لأنشطة تمارين التحمل مقابل تمارين المقاومة.

العديد من هذه الاستجابات الهرمونية ليست مستقلة عن بعضها البعض ولكنها مترابطة بشكل كبير. للمساعدة في توضيح هذه النقطة، يتم تقديم نموذج تفسيري، وهو "نموذج الاستجابة الهرمونية للتمرين (HERM)" يوضح هذا النموذج أن الاستجابات الهرمونية للتمرين هي سلسلة من ثلاث مراحل تفاعلية.

تتعامل المرحلة الأولى من هذا النموذج مع الاستجابة الهرمونية فور بدء التمرين، حيث تستغرق هذه الاستجابات ثوانٍ فقط للحدوث. تتمحور هذه الاستجابات حول زيادة تنشيط الجهاز العصبي الودي الذي يحدث مع بدء حركة الجسم قد يكون ازدياد نشاط الجهاز العصبي الودي نتيجةً لتوقع الإجهاد الناتج عن التمرين، وهو ما يحدث غالبًا في المنافسات الرياضية، ويؤدي هذا النشاط المتزايد إلى إطلاق الكاتيكولامينات (النورأدرينالين) مباشرةً في الأنسجة المستهدفة، بالإضافة إلى ارتفاع مستويات الكاتيكولامين في الدورة الدموية نتيجةً لما يُعرف بتأثيرات "التسرب" الودي^{11، 15، 16}. ويتعزز هذا التأثير بفعل الاتصال الودي بالغدة الكظرية، مما يزيد بدوره من استجابة الكاتيكولامين (الأدرينالين) في الدورة الدموية^{15، 17}. وبالتالي فإن مع هذه التأثيرات الودية الكظرية، يبدأ تثبيط إفراز الأنسولين من البنكرياس، بينما يُحفز إفراز الجلوكاجون.

تتضمن هذه العملية برمتها آلية تغذية أمامية للجهاز العصبي المركزي لدفع هذه الاستجابات الأولية، على الرغم من أن الأحداث تُعدّل أيضًا بواسطة مدخلات عصبية واردة محيطية من المستقبلات الحسية، وخاصة تلك الموجودة في العضلات الهيكلية

تستغرق المرحلة المتوسطة أو الثانوية وقتاً أطول قليلاً للتطور، ولكنها لا تزال سريعة جداً عادةً، حيث تبدأ عادةً في أقل من دقيقة من بداية التمرين. في هذه المرحلة، تبدأ منطقة ما تحت المهاد عملية إطلاق هرموناتها مثل عامل إطلاق الثيروتروبين، وعامل إطلاق الكورتيكوتروبين (CRF)، وعامل إطلاق هرمون النمو في محاولة لإحداث تغييرات في الغدة النخامية الأمامية لتحفيز إطلاق هرمونات محددة، عندما تبدأ الغدة النخامية في الاستجابة لمحفز منطقة ما تحت المهاد، تبدأ "هرموناتها الغذائية" في الظهور في الدورة الدموية، وتبدأ هذه الهرمونات بدورها في العمل على غدها المستهدفة المحيطة المحددة لتحفيز إطلاق هرمونات إضافية واحدة من أسرعها.

الجدول 2: الاستجابات الفسيولوجية لجلسة تمرين حادة بناءً على ما إذا كان النشاط في الغالب تمرين تحمل أو تمرين مقاومة

نوع التمرين عنصر التدريب السائد	آلية العمل الحيوي (تنشيط الجينات المباشرة أو الرسول الثاني)	الهرمون
التحمل المقاومة		
↑	↑	الهرمون الموجة لقشرة الكظر (ACTH)
↑	↑	الأندوسترون
↑	↑	الأنجيوتنسين
↑	↑↓	الهرمون المضاد لإدرار البول (ADH)
↑	↑	الكورتيزول
↑	↑	ديهيدرو إيبي أندروستيرون (DHEA)
↑	↑	ألفا-إندورفين
↑↑	↑↑	الإنترفيرين (الأدرينالين)
↑	↑	الإستروجينات
nc, ↓↑	nc, ↑↑	الهرمون المنبه للجريب (FSH)
↑	↑	الجلوكاجون
↑	↑	هرمون النمو (GH)
↓	nc, ↑↑	الأنسولين
nc, ↑	nc, ↑	عامل النمو الشبيه بالأنسولين-1 (IGF-1)
nc, ↑↑	nc, ↓↑	اللبتين
nc, ↓↑	nc, ↓↑	الهرمون اللوتيني (LH)
↑↑	↑↑	النورأدرينالين (النورأدرينالين)
↑	↑	البروجسترون
↑	↑	البرولاكتين (PRL)
↑	↑	التستوستيرون
↑	↑	الثيروكسين (T4)
↑	↑	ثلاثي يودوثيرونين (T3)
↑	↑	فيتامين د

↑ 11-14، زيادة كبيرة؛ ↓، انخفاض؛ TL، زيادة أو انخفاض محتمل؛ nc، لا تغيير؛ ؟، غير محسوم
التغير الهرموني المشار إليه هنا نسبي لما قبل النشاط مقابل ما بعده مباشرة:

يُعد التفاعل بين الوطاء والغدة النخامية والغدة الكظرية من العوامل الفاعلة في هذه السلسلة من الأحداث، حيث يُحفز هرمون إطلاق الكورتيكوتروبين (CRF) إطلاق الهرمون الموجه لقشرة الكظر، والذي بدوره يُحفز إطلاق الكورتيزول.

إذا استمرت مدة جلسة التمرين، يحدث انتقال من المرحلة المتوسطة إلى مرحلة ثالثة من الاستجابة، وهي حالة أحداث أطول، في هذه المرحلة الثالثة، يتم تعزيز استجابات المحور الودي الكظري بواسطة هرمونات أخرى من الفص الأمامي والخلفي للغدة النخامية (مثل الهرمون المضاد لإدرار البول، وهرمون النمو، والبرولاكتين) والغدد الصماء الطرفية الخاضعة لتنظيم الغدة النخامية (التستوستيرون، والثيرونكسين، وثلاثي يودوثيرونين، وعامل النمو الشبيه بالأنسولين-1). مع انتقال السوائل من الحيز الوعائي وتأثر مخزون الماء الكلي في الجسم بسبب التعرق لتبديد الحرارة، يتم تنشيط نظام الرينين-أنجيوتنسين-ألدوستيرون (RAAS) مما يؤدي إلى تضيق الأوعية الدموية وإعادة امتصاص الماء (بالإضافة إلى ذلك، خلال هذه المرحلة، تبدأ العضلات الهيكلية في إطلاق سيتوكينات مختارة) مثل إنترلوكين [1] وهي عوامل شبيهة بالهرمونات، في الدورة الدموية والتي تؤثر على هرمونات أخرى يتم إطلاقها (والتي يمكن أن يكون لها تأثيرات تشير إلى تعبئة ركائز الطاقة).

تقترح المرحلتان ١ و ٢ من النموذج أن العوامل العصبية هي المحفزات الأساسية التي تنظم الاستجابات الهرمونية للتمرين؛ مع ذلك في المرحلة الثالثة من النموذج، يتزايد تأثير العوامل الخلطية والهرمونية التي تنظم الاستجابات العامة نتيجةً للتغيرات في "البيئة الداخلية".¹⁵ يسمح هذا التحول في العوامل التنظيمية الأساسية بالاعتماد بشكل متزايد على آلية التغذية الراجعة بدلاً من آلية التحكم التنبؤية لتحديد حجم الاستجابة الهرمونية. ويتضاعف تأثير المحفزات الخلطية والهرمونية في تعديل مستويات الهرمونات مع ازدياد مدة التمرين، حيث تؤدي مشاكل توفير ركائز الطاقة إلى تحولات في استخدام وقود الطاقة (مثل انخفاض الكربوهيدرات وزيادة الدهون)، أو تبدأ مشاكل الترطيب (مثل زيادة تركيز الدم و/أو الجفاف) في التأثير سلباً على القدرة على

تنظيم درجة حرارة الجسم، مما يؤدي إلى زيادة تخزين الحرارة داخل الجسم، وبالتالي التأثير على الاستجابات الهرمونية (مثل زيادة تخزين الحرارة وزيادة النورأدرينالين والأدرينالين) ومن المثير للاهتمام أن تغيرات درجة حرارة الجسم الأساسية مع ممارسة الرياضة تؤدي إلى استجابة هرمونية أكبر بكثير لعدد من العوامل الهرمونية الرئيسية يوفر نموذج HERM هذا على الرغم من أنه ليس شاملاً تماماً، إطاراً منظماً للاستجابات الهرمونية للأنشطة الرياضية، ويوضح التفاعل العالي والتعقيد الكبير لهذه الاستجابات.

الهرمونات الرئيسية وتأثير التمرين عليها:

- هرمون النمو البشري (HGH): يتم إفرازه من الغدة النخامية، ويزداد بتمارين المقاومة العالية وتمارين القلب الشديدة لتعزيز بناء العضلات والعظام.
 - هرمون التوتر (الكورتيزول): يرتفع أثناء التمرين لتوفير الطاقة اللازمة، لكن الممارسة المنتظمة تساعد في النهاية على إدارته وتقليله، مما يدعم صحة الغدد الكظرية.
 - الأنسولين: يتحسن إفرازه وتزداد حساسية الجسم له (تقليل المقاومة) مع النشاط البدني، مما يساعد في تنظيم سكر الدم.
 - التستوستيرون: يحفز تمارين المقاومة إفراز هذا الهرمون لبناء العضلات وإصلاح الأنسجة.
 - الإندورفين: تفرز أثناء التمرين لتحسين المزاج وتقليل التوتر [1, 2, 3, 4, 5].
- نصائح لتحقيق التوازن الهرموني:
- دمج تمارين متنوعة مثل المقاومة، وتمارين القلب (Cardio)، وتمارين التهدئة (اليوجا، الإطالة) لتقليل الإجهاد الهرموني.
 - التغذية السليمة، بما في ذلك البروتين والألياف، لدعم وظائف الغدد الصماء