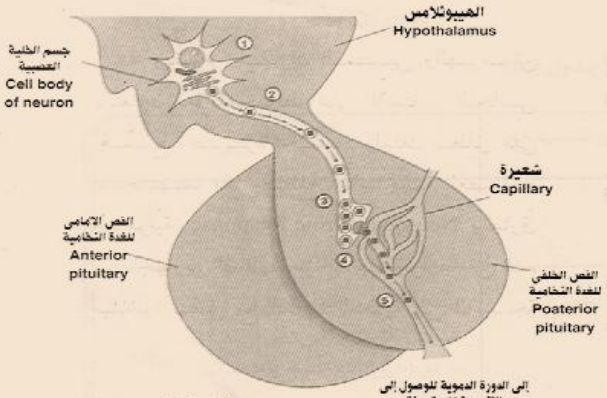
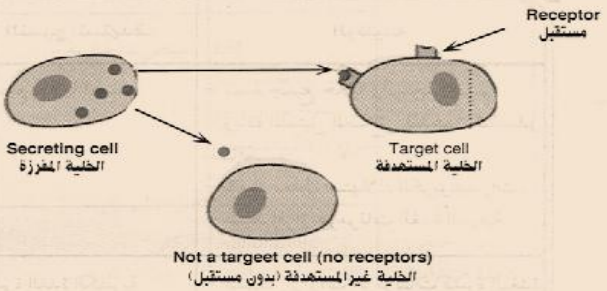
الهرمونات Hormones

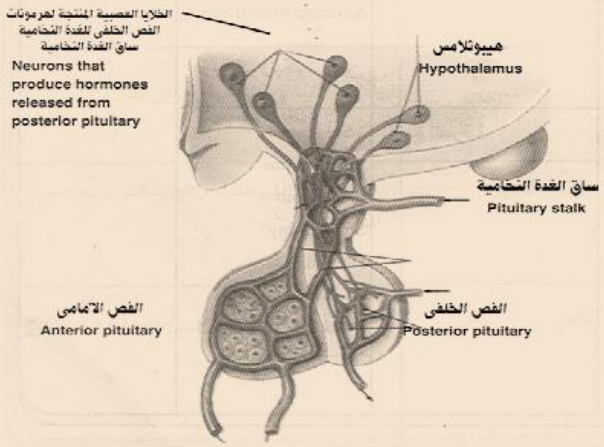
الهرمونات هى رسائل كيميائية تفرز فى الدم بواسطة خلايا إفراز داخلية أو بواسطة خلايا عصبية معينة، وكما أظهرت الدراسات فى السنوات الأخيرة أن إفراز الهرمونات لم يعد مقصورا على الغدد الصماء وحدها، فهناك أيضا أنسجة أخرى فى الجسم تقوم بإفرازات تتفاعل مثل الهرمونات، وعلى سبيل المثال كل من الهيبوثالامس وعضلة القلب والكلى والأمعاء الدقيقة والخلايا الليمفاوية والخلايا الباطنية.



شكل (٢٧)
الهيبوثلامس والغدة النخامية وتوصيل الهرمونات



شكل (٢٦)
وصول الهرمون من الخلية المفرزة إلى الخلية المستقبلة



شكل (٢٨)
تركيب الغدة النخامية

ويقوم الجهازان العصبى والهرمونى بالتعاون معا للمحافظة على الاستقرار التجانسى لجميع أجهزة الجسم؛ ولذلك يطلق على استجابتهما معا مصطلح الاستجابة العصبية - الهرمونية Neuroendocrine Response والفارق بين الجهازين أن الهرمونات يتم إفرازها فى الدم مباشرة لتصل مع الدورة الدموية إلى الأنسجة المستهدفة، بينما تستخدم الأعصاب الناقلات العصبية لنقل الرسالة من عصب إلى آخر أو من عصب إلى أنسجة.

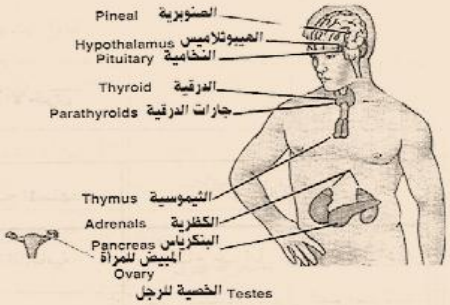
وظائف الهرمونات أثناء النشاط البدنى

يتطلب العمل العضلى تعاون أنظمة فسيولوجية وبيوكيميائية كثيرة، ولا يمكن تحقيق هذا التعاون ما لم يكن هناك اتصال بين أنسجة

جدول (١٢)

هرمونات الغدة النخامية

الغدة	الهرمون	النسيج المستهدف	الوظيفة
الفص الأمامى للغدة النخامية Anterior Pituitary	GH سوماتوتروبين أو هرمون النمو	جميع خلايا الجسم	- تنمية جميع خلايا وأنسجة الجسم. - زيادة التمثيل الغذائى للدهون كمصدر للطاقة. - تقليل معدل استهلاك الكربوهيدرات. - ضبط إفراز هرمونات الغدة الدرقية.
	ACTH Adrenocorticotropin أدرينوكورتيكوتروبين	قشرة الغدة الكظرية	- ضبط إفرازات هرمونات قشرة الغدة الكظرية.
	TSH Thyrotropin or Thyroid-Stimulating Hormone الهرمون المنبه للغدة الدرقية	الغدة الدرقية	- ضبط إفرازات هرمونات الغدة الدرقية. - تنبيه الثدى للنمو ولإفراز لبن الرضاعة.



شكل (٢٩)
مواقع الغدد الصماء

الجسم المختلفة، وكما هو معروف يقوم الجهاز العصبى بدور كبير فى هذا المجال، ويقوم الجهاز الهرمونى بالتعاون مع الجهاز العصبى فى هذه الوظيفة، حيث يدخل فى جميع العمليات الفسيولوچية التى تتطلبها أى حركة يقوم بها الجسم، وإذا كانت طبيعة الجهاز العصبى تفرض علية أن تكون رسائله سريعة فإن رسائل الهرمونات أكثر بطأ ولكنها أطول تأثيرا، فالجسم أثناء الأداء الرياضى يحتاج إلى كثير من مصادر الطاقة من كربوهيدرات ودهون ومصادر كيميائية تختلف فى معدلاتها تبعا لطبيعة الأداء الحركى فالهرمونات هى المسئولة عن تنظيم ذلك وتنظيم مستوى سكر الدم وتوزيع الدم فى الجسم وتوازن السوائل وغيرها؛ لذلك تلعب الهرمونات دورا هاما فى تنظيم وظائف الجسم خلال النشاط الرياضى التنافسى أو بهدف الصحة، سواء قبل النشاط البدنى بإعداد الجسم للجهد البدنى الذى يواجهه أو أثناء النشاط أو بعده خلال عمليات الاستشفاء، ويمكن تلخيص وظائف الهرمونات أثناء النشاط البدنى فيما يلى:

* التمثيل الغذائى للطاقة.
* تعبئة وتنظيم استهلاك وقود الطاقة.
* توازن سوائل الجسم.
* بناء بروتين الجسم.
* سرعة الاستشفاء بعد التدريب.
* دينامية الدم فى الأوعية الدموية.
* الوظيفة المناعية.
* تحسين حالة الفرد النفسية.
* ضبط الساعة البيولوچية والإيقاعات الحيوية.

وسوف يتم مناقشة الوظائف السابقة تفصيليا فيما يلى:

التمثيل الغذائى للطاقة

تعتمد عملية تنظيم التمثيل الغذائى للطاقة على شدة ودوام الحمل البدنى وتزداد فى نشاطها ارتباطا بزيادة شدة الحمل البدنى:

الأنشطة عالية الشدة وقصيرة الدوام

عند أداء الأنشطة التى تتميز بالسرعة والقوة مثل العدو أو رفع الأثقال يزيد تركيز الكاتى كولامين Catecholamine وهى الإبنفرين والنور إبنفرين فى الدم، حيث يقوم بتأثيره على التمثيل الغذائى فى العضلات الهيكلية والعضلات الناعمة والقلب والنسيج الدهنى والكبد.

ويعتبر الجلوكوز هو المصدر الرئيسى للطاقة، ويوجد على شكل جليكوجين فى العضلات والكبد يتم تكسير الجليكوجين وتحويله إلى جلوكوز فى الكبد من خلال عملية الجليكوجينوليزيز Glycogenolysis ليدخل الدم حتى يوصله للعضلات العاملة، كما يزيد جلوكوز البلازما أيضا من خلال عمليات الجلوكونيوجينيسيس Gluconeogenesis وتشارك فى زيادة جلوكوز البلازما أربعة هرمونات هى:

* الجلوكاجون Glucagon.
* الإبنفرين Epinephrine
* النور إبنفرين Norepinphrine.
* الكورتيزول Cortisol.

يعتمد تركيز الجلوكوز فى البلازما على التوازن ما بين امتصاص الجلوكوز بواسطة العضلات وإخراج الجلوكوز من الكبد، وفى أثناء الراحة يقوم هرمون الجلوكاجون بتسهيل تكسير الجليكوجين فى الكبد وتحويله إلى جلوكوز، بالإضافة إلى تشكيل الجلوكوز من الأحماض الأمينية وخروجه إلى الدم، وفى أثناء التدريب يزيد إفراز الجلوكاجون مع زيادة العمل العضلى، ويزيد معه معدل إفراز الإبنفرين والنور إبنفرين من نخاع الغدة الكظرية ليعمل الهرمونان إلى جانب الجلوكاجون فى عملية تكسير الجليكوجين وتحويله إلى جلوكوز (Glycogenolysis)، وهناك بعض الدلائل عن دور الكورتيزول فى زيادة تكسير البروتين لتحرير الأحماض الأمينية لاستخدامها فى الكبد لإعادة بناء الجليكوجين Gluconeogenesis وبهذه الطريقة تقوم الهرمونات الأربعة بزيادة الجلوكوز فى البلازما بواسطة عمليات تكسير الجليكوجين وتحويله إلى جلوكوز، وبناء الجليكوجين فى الكبد من الأحماض الأمينية، هذا بالإضافة إلى دور هرمون النمو فى تعبئة الأحماض الدهنية الحرة لتقليل اعتماد الخلية على سكر الجلوكوز فى الدم.

تقوم العضلات أولا بتكسير الجليكوجين المخزون بها واستخدامه كمصدر للطاقة قبل أن تلجأ لاستخدام جلوكوز الدم الوارد من جليكوجين الكبد.

الأنشطة معتدلة الشدة طويلة الدوام

يحتاج الرياضى فى هذه الحالة أيضا إلى الكربوهيدرات وتكسير الجليكوجين لاستخدامه كمصدر للطاقة فى أنشطة التحمل الطويلة، وعندما يزداد زمن العمل العضلى يتجه الجسم إلى الاعتماد على الدهون كمصدر للطاقة، يقوم نخاع الغدة الكظرية بزيادة إفراز هرمونات الكاتيكولامين وهى البنفرين والنورأبنفرين والتى تقوم بدورها فى تنبيه عمليات تكسير الدهون Lipolysis داخل العضلة الهيكلية، وكذلك تزيد من عمليات تكسير الجليكوجين، وبناء على ذلك فإن التدريبات منخفضة الشدة تزيد من نشاط الكاتيكولامين لتكسير الدهون، أما مرتفعة الشدة فإنها تزيد نشاط الهرمونات لتكسير الجليكوجين؛ ولذلك يوصى الذين يمارسون الرياضة بهدف إنقاص الوزن أن تكون شدة الجهد المبذول معتدلة

أو منخفضة حتى يمكن تكسير الدهون، وعندما ينخفض مستوى مخزون الجليكوجين فى العضلة ثم فى الكبد أيضا يتم إخراج الأحماض الدهنية الحرة المخزنة فى الخلايا الدهنية على شكل ثلاثى الجلسرين Triglyceride، وكلما زادت الأحماض الدهنية فى الدم زاد امتصاص العضلات الهيكلية لها وأكسدتها كمصدر للطاقة، ويقوم إنزيم خاص يسمى ليباسLipase بتحويل ثلاثى الجلسرين إلى الأحماض الدهنية والجلسرين ويتم تنشيطه بواسطة أربعة هرمونات هى:

* الكورتيزول Cortisol.
* الإبنفرين Epinephrine.
* النور إبنفرين Norepinphrine.
* هرمون النمو Growth Hormone.

ويقوم الكورتيزول أيضا بزيادة تسريع تعبئة واستخدام الأحماض الدهنية للطاقة بالإضافة لدوره فى عملية الجلوكونيوجينيسيس Gluconeogenesis وهى تكوين الجليكوجين من الأحماض الأمينية، ويصل تركيز هرمون الكورتيزول قمته بعد بدء التدريب بفترة ٣٠-٤٥ دقيقة، ثم يقل حتى يصل إلى المستوى العادى، وبالرغم من ذلك يظل مستوى الأحماض الدهنية مرتفعا مما يدل على أن هناك هرمونات أخرى تنشط إنزيم ليباسLipase، وهذه الهرمونات هى الكاتيكولامان وهرمون النمو وهرمونات الغدة الدرقية.

جدول (١٥)

نشاط الهرمونات أثناء التدريب الرياضى فى التمثيل الغذائى للطاقة

الغدة	الهرمون	المثير	النسيج المستهدف	الاستجابة
نخاع الغدة الكظرية Adrenal Medulla	Epinephrine الأبنفرين	الضغوط - انخفاض ضغط الدم - التدريب المتوسط إلى المرتفع	العضلات الهيكلية.	تكسير الجليكوجين إلى جلوكوز Glycogenolysis
	Norepinepherine النور ابنفرين	نقص سكر الدم التدريب المتوسط إلى المرتفع	الأنسجة الدهنية - الكبد	ارتفاع كل من: تكسير الدهون - معدل القلب - تكسير الجليكوجين إلى جلوكوز - حجم الضربة - مقاومة الأوعية الدموية

تعبئة وتنظيم استهلاك وقود الطاقة

أثناء النشاط البدنى يتغير تركيز الهرمونات بالدم بهدف تنظيم عملية التمثيل الغذائى، وتسمى عمليات زيادة تركيز مصادر الطاقة(الجلوكوز - الأحماض الدهنية الحرة - الأحماض الأمينية) فى الدم بمصطلح «التعبئة Mobilization» فحينما يكون النشاط قصيرا وسريعا تكون الغلبة لتركيز هرمونات الكاتيكولامين، وتزيد كذلك هذه الهرمونات خلال التدريب الأقل من الأقصى بالإضافة إلى الهرمونات الأخرى.

الأنشطة القصيرة

تتغير مستويات تركيز هرمونات النمو والكورتيزول والأنسولين فى الدم أثناء النشاط البدنى حيث يقل الأنسولين ويزيد الجلوكاجون تدريجيا مع زيادة شدة الحمل البدنى، ويزيد تركيز هرمون النمو والكورتيزول ويقوم هرمون النمو بدوره الرئيسى بزيادة تركيز الأحماض الدهنية الحرة فى الدم وتثبيط امتصاص الأنسجة لجلوكوز الدم؛ ولذلك يساعد هرمون النمو على سرعة الاستشفاء بعد التدريب، نظرا لزيادة فترة بقائه فى الدم بعد التدريب وتساعد زيادة هرمون النمو أيضا على زيادة استثارة العضلة لإعادة بناء الجليكوجين بواسطة IGF-I مع سرعة تكسير الدهون.

ويساعد الكورتيزول وظيفة هرمون النمو نظرا لدوره فى تعبئة الأحماض الدهنية الحرة من الأنسجة الدهنية ويقلل امتصاص الأحماض الأمينية بواسطة الأنسجة مما يسبب زيادة فى سريان الأحماض الأمينية بالدورة الدموية، وهذه الزيادة تساعد الكبد فى إعادة بناء الجليكوجين Gluconeogenesis، غير أنه لا يكون الجسم فى حاجة إلى هذه العمليات أثناء الأنشطة القصيرة لعدم استهلاك كل الجليكوجين فى العضلة، وبناء عليه يصبح دور الكورتيزول أثناء الأنشطة القصيرة هو تسريع عمليات الاستشفاء.

مع زيادة الحمل البدنى يزيد سكر الجلوكوز فى الدم كنتيجة لزيادة تاثير الإبنفرين على عمليات تكسير الجليكوجين فى الكبد، وهذه الزيادة أكثر من زيادة تركيز الجلوكوز التى تحدث نتيجة زيادة تركيز الدم Hemoconcentration، ويزيد إفراز الجلوكاجون، وهنا يلاحظ أن زيادة تركيز الجلوكوز فى الدم يمكن أن تسبب استثارة فى زيادة إفراز الأنسولين من خلايا بيتا بالبنكرياس، غير أن ذلك لا يحدث ولا يزيد إفراز الأنسولين ويرجع ذلك إلى سببين هما:

١- يزيد الحمل البدنى من امتصاص العضلات الهيكلية للجلوكوز عن طريق ناقل الجلوكوز GLUT-4.

٢- ما يصاحب الحمل البدنى المرتفع الشدة من زيادة لاكتات الدم والحمضية وIGF-I.

الأنشطة الطويلة

يؤدى الاستمرار فى أداء الحمل البدنى لمدة طويلة إلى نقص فى مخزون الجسم من الجليكوجين فى العضلات والكبد، حيث تحتاج

تعبئة وتنظيم استهلاك وقود الطاقة

أثناء النشاط البدنى يتغير تركيز الهرمونات بالدم بهدف تنظيم عملية التمثيل الغذائى، وتسمى عمليات زيادة تركيز مصادر الطاقة(الجلوكوز - الأحماض الدهنية الحرة - الأحماض الأمينية) فى الدم بمصطلح «التعبئة Mobilization» فحينما يكون النشاط قصيرا وسريعا تكون الغلبة لتركيز هرمونات الكاتيكولامين، وتزيد كذلك هذه الهرمونات خلال التدريب الأقل من الأقصى بالإضافة إلى الهرمونات الأخرى.

الأنشطة القصيرة

تتغير مستويات تركيز هرمونات النمو والكورتيزول والأنسولين فى الدم أثناء النشاط البدنى حيث يقل الأنسولين ويزيد الجلوكاجون تدريجيا مع زيادة شدة الحمل البدنى، ويزيد تركيز هرمون النمو والكورتيزول ويقوم هرمون النمو بدوره الرئيسى بزيادة تركيز الأحماض الدهنية الحرة فى الدم وتثبيط امتصاص الأنسجة لجلوكوز الدم؛ ولذلك يساعد هرمون النمو على سرعة الاستشفاء بعد التدريب، نظرا لزيادة فترة بقائه فى الدم بعد التدريب وتساعد زيادة هرمون النمو أيضا على زيادة استثارة العضلة لإعادة بناء الجليكوجين بواسطة IGF-I مع سرعة تكسير الدهون.

ويساعد الكورتيزول وظيفة هرمون النمو نظرا لدوره فى تعبئة الأحامض الدهنية الحرة من الأنسجة الدهنية ويقلل امتصاص الأحماض الأمينية بواسطة الأنسجة مما يسبب زيادة فى سريان الأحماض الأمينية بالدورة الدموية، وهذه الزيادة تساعد الكبد فى إعادة بناء الجليكوجين Gluconeogenesis، غير أنه لا يكون الجسم فى حاجة إلى هذه العمليات أثناء الأنشطة القصيرة لعدم استهلاك كل الجليكوجين فى العضلة، وبناء عليه يصبح دور الكورتيزول أثناء الأنشطة القصيرة هو تسريع عمليات الاستشفاء.

مع زيادة الحمل البدنى يزيد سكر الجلوكوز فى الدم كنتيجة لزيادة تأثير الإبنفرين على عمليات تكسير الجليكوجين فى الكبد، وهذه الزيادة أكثر من زيادة تركيز الجلوكوز التى تحدث نتيجة زيادة تركيز الدم Hemoconcentration، ويزيد إفراز الجلوكاجون، وهنا يلاحظ أن زيادة تركيز الجلوكوز فى الدم يمكن أن تسبب استثارة فى زيادة إفراز الأنسولين من خلايا بيتا بالبنكرياس، غير أن ذلك لا يحدث ولا يزيد إفراز الأنسولين ويرجع ذلك إلى سببين هما:

١- يزيد الحمل البدنى من امتصاص العضلات الهيكلية للجلوكوز عن طريق ناقل الجلوكوز GLUT-4.

٢- ما يصاحب الحمل البدنى المرتفع الشدة من زيادة لاكتات الدم والحمضية وIGF-I.

الأنشطة الطويلة

يؤدى الاستمرار فى أداء الحمل البدنى لمدة طويلة إلى نقص فى مخزون الجسم من الجليكوجين فى العضلات والكبد، حيث تحتاج

العضلات الجلوكوز من الدم حينما يزداد استهلاك الجلوكوز فى العضلات، ويتضح مدى الحاجة إلى ذلك إذا علمنا أن مخزون الجليكوجين فى الكبد حوالى ٨٠ جراما قبل التدريب وخلال التدريبات العالية الشدة يبلغ معدل أكسدة الجلوكوز جراما واحدا فى الدقيقة فى الأنشطة المتوسطة والطويلة فى حدود ثلاث ساعات، وكما هو معلوم تكون الهرمونات مسئولة عن المحافظة على حالة استقرار الجسم، ويتم المحافظة على ثبات مستوى سكر الدم بواسطة العمليات الفسيولوچية الآتية:

* تعبئة الجلوكوز من الكبد بتحويل الجليكوجين إلى جلوكوز.
* تحويل ثلاثى الجلسرين بالخلايا الدهنية إلى أحماض دهنية حرة لكى تكون بديلا تستهلكه العضلات بدلا من الجلوكوز.
* بناء جلوكوز جديد فى الكبد من خلال عمليات بناء الجليكوجين من الأحماض الأمينية وحامض اللاكتيك والجلسرين.
* منع دخول الجلوكوز إلى الخلايا لكى يزداد توجه الخلايا نحو استخدام الأحماض الدهنية الحرة كوقود.

وتقوم الهرمونات معا بتنفيذ هذه العمليات الأربع للحفاظ على مستوى سكر الدم الذى يحتاج إليه خلافا للعضلات أيضا النسيج العصبى وكرات الدم الحمراء، وتقوم الهرمونات بعملها على مستويين، فمنها مجموعة هرمونات تفاعلها بطىء لكنها ممهدة أو مسهلة لمجموعة أخرى من الهرمونات سريعة التفاعل فتضم المجموعة المساعدة البطيئة التفاعل مثل هرمونات الثيروكسين والكورتيزول وهرمون النمو، بينما تضم المجموعة الأخرى سريعة التفاعل الأبنفرين والنورإبنفرين والأنسولين والجلوكاجون.

مجموعة الهرمونات المساعدة البطيئة

تقوم الهرمونات المساعدة بتسهيل عمل الهرمونات الأخرى سريعة التفاعل كما يلى:

الثيروكسين

لا يتغير تركيز هرمونات الغدة الدرقية نظرا لسرعة إزالتها ولكنها تقوم بدور مهم فى ضبط معدل التمثيل الغذائى بصفة عامة أثناء التدريب، حيث تقوم بالتأثير على مستقبلات الخلايا) لكى تزيد حساسيتها لاستقبال الهرمونات الأخرى المؤثرة عليها، ومثال ذلك أن بدون تأثير هرمونات الثيروكسين لا يستطيع هرمون الإبنفرين أن يقوم بتأثيره على الأنسجة الدهنية لتعبئة الأحماض الدهنية الحرة.

الكورتيزول

* ينبه عملية إعادة بناء الجليكوجين فى الكبد Gluconeogenesis لكى يضمن استمرارية إمداد الدم بالجلوكوز.
* زيادة تعبئة الأحماض الدهنية الحرة لجعلها أكثر استعدادا كمصدر للطاقة.
* يقلل الاعتماد على الجلوكوز لكى يكون متوافرا للمخ.
* ينبه تكسير البروتين لكى تصبح أحماضا أمينية تستخدم فى ترميم الأنسجة وبناء الإنزيمات والطاقة.
* يزيد من انقباض الأوعية الدموية الذى يحدث بواسطة الإبنفرين.

هرمون النمو

يصعب وصف تأثير التدريب على هرمون النمو نظرا لكونه يتأثر بكثير من الضغوط البدنية الفيزيائية والكيميائية والنفسية، ولكن تركيزه فى البلازما يزيد بحوالى ٢٥ مرة ضعف مقدار تركيزه وقت الراحة، وتتلخص وظائفه فيما يلى:

* يقوم ببناء البروتين.
* زيادة التمثيل الغذائى للدهون والكربوهيدرات، حيث يساعد الكورتيزول فى تقليل امتصاص العضلات للجلوكوز وزيادة تعبئة الأحماض الدهنية الحرة.
* يساعد على سرعة عملية إعادة بناء الجليكوجين بالكبد Gluconeogenesis.

مجموعة الهرمونات الأساسية السريعة

تعمل هذه المجموعة من الهرمونات معا وبصورة سريعة للمحافظة على ثبات مستوى سكر الجلوكوز بالدم وهى:

الأبنفرين والنورابنفرين

عندما يتم تنبيه نخاع الغدة الكظرية بواسطة الجهاز العصبى السمبثاوى يتم إفراز الكتيكولامين وهما هرمونى الأبنفرين وتكون نسبته ٨٠٪ والنور إبنفرين ونسبته ٢٠٪ وإن كانت هذه النسب تختلف من حالة فسيولوچية إلى أخرى، ويقوم الهرمون بالحفاظ على جلوكوز الدم وتتلخص وظائفهما فيما يلى:

* زيادة سعة التمثيل الغذائى.
* زيادة تكسير الجليكوجين وتحويله إلى جلوكوز فى الكبد.
* زيادة ظهور الجلوكوز والأحماض الدهنية الحرة فى الدم.

الإنسولين والجلوكاجون

يمكن أن يزيد امتصاص الجلوكوز من الدم إلى العضلات أثناء التدريب من ٧-٢٥ مرة مقارنة بوقت الراحة، بالرغم من أن هرمون الأنسولين يقل إفرازه أثناء التدريب، وكذلك كلما زادت شدة الحمل البدنى، ويرجع ذلك إلى زيادة حجم الدم السارى إلى العضلات أثناء التدريب وهذا بدوره يؤدى إلى زيادة توجيه الجلوكوز والإنسولين إلى العضلات، ومن جهة أخرى لأن التدريب يؤدى إلى تغيرات فى نشاط ناقلات الجلوكوز خلال غشاء الخلية فمن الممكن أن يكون هذا التأثير استجابة مؤقتة تزيد نتيجة التكيف الفسيولوچى، وهذا يساعد على تحسن ضبط سكر الدم لدى مرضى السكر من النوع الثانى، بحيث ينتج عن ذلك زيادة حساسية العضلة للإنسولين وبذلك يمكن بكمية قليلة من الإنسولين التأثير على امتصاص العضلات للجلوكوز، ويساعد فى هذا تركيز الكالسيوم الموجود داخل الخلية العضلية الذى يظهر لكى يجند ناقلات الجلوكوز بحيث تقوم بنقل كمية أكثر من الجلوكوز مع نفس مقدار تركيز الإنسولين، وتظل هذه الناقلات تعمل حتى بعد الانتهاء من التدريب لكى تقوم بإعادة مخزون الجليكوجين، وبذلك فإن الانتظام فى التدريب الرياضى يساعد على استمرارية امتصاص الجلوكوز من الدم ولو فى وجود كمية أقل من الإنسولين لمرضى السكر.

سرعة الاستشفاء بعد التدريب

استعادة مخزون الطاقة

تساعد الهرمونات على سرعة استعادة مخزون الجليكوجين من خلال استمرارية حساسية العضلات للأنسولين لفترة طويلة أثناء الاستشفاء، وكذلك تنشيط ناقلات الجلوكوز لتقوم بنقل المزيد من الجلوكوز إلى العضلات، وتظل هذه الناقلات تعمل حتى بعد الانتهاء من التدريب، وكذلك يظل نشاط الهرمونات المساعدة يعمل على إعادة بناء الجليكوجين فى الكبد Gluconeogenesis من خلال حامض اللاكتيك والأحماض الأمينية، وهذا يفسر التوصية بسرعة تناول الكربوهيدرات عقب التدريب الطويل مباشرة، نظرا لزيادة نشاط امتصاص الجلوكوز وعمليات إعادة بناء الجليكوجين مما يساعد على سرعة الاستشفاء.

استشفاء السوائل

يستمر تأثير هرمون الألدوستيرون Aldosterone والهرمون المضاد للتبول Antidiuretic Hormone (ADH) بعد التدريب لمدة ١٢-٤٨ ساعة؛ ليقلل إنتاج البول ويقى الجسم من الجفاف (نقص سوائل الجسم)، ويظل تأثير هرمون الألدستيرون يعمل لإعادة امتصاص الصوديوم من الكلى إلى الجسم، وهذا بدوره يزيد من تركيز الصوديوم فى الجسم عن مستواه الطبيعى، ولتعويض زيادة الصوديوم يتم تناول الماء بدرجة أكبر، ونتيجة لذلك يمكن أن يزيد حجم البلازما مما يقلل تركيز المواد التى فى الدم، بالرغم من عدم تغير حجمها الحقيقى وتسمى هذه الظاهرة «ترقيق الدم» Hemo-dilution، ويفسر ذلك انخفاض نسبة تركيز الهيموجلوبين فى الدم، وبناء عليه يظهر حالة تسمى الأنيميا الكاذبة أو يطلق عليها أحيانا الأنيميا الرياضية، ويجب عدم التسرع فى تشخيص هذه الحالة قبل التأكد من حدوث الزيادة الوظيفية لبلازما الدم بالنسبة للكرات الحمراء.

ترميم الأنسجة وبناء البروتين

اتضح أن بناء البروتين يتم أثناء فترة الاستشفاء، وهذا يعنى أن حجم العضلة يكبر فى وقت الراحة، كما تتم عمليات ترميم الأنسجة التى تمزقت خلال التدريب فى هذه الفترة أيضا، مما يؤكد على أهمية الاستشفاء إلى جانب التدريب وضرورة التزام الرياضى بالراحة المقررة.

ديناميكية الدم فى الأوعية الدموية

يصاحب التدريب تنظيم ضغط الدم ومقاومة الأوعية الدموية لضغط الدم، وتنظم هذه الوظائف عن طريق عصبى وهرمونى وتنظيم موضعى فى الشريانات ذاتها، ومن المعروف أن زيادة هرمونى الكاتيكولامين المصاحبة لزيادة شدة التدريب تؤدى إلى زيادة انقباض الأوعية الدموية، كما تزيد أيضا المقاومة الطرفية نتيجة زيادة انجيوتنسين ١ Angiotensin I والهرمون المضاد للتبول Antidiuretic Hormone (ADH) اللذين يقومان بدورهما فى انقباض العضلات الناعمة الطرفية، فى الوقت الذى يكون فيه دور هرمون الدوستيرون Aldosterone ثانويا. وتزيد

أهمية دور الهرمونات الثلاثة أثناء التدريب على دينامية الدم فى الأوعية الدموية أثناء التدريب أكثر منه أثناء الراحة، نظرا لعمليات نقص ماء البلازما أو انخفاض حجم الدم نتيجة لذلك، ولم يزل دور هرمونى الكاتى كالامون أكثر تأثيرا فى زيادة توسيع الأوعية الدموية بالعضلات النشطة.

الوظيفة المناعية

يؤدى التدريب إلى استجابة جهاز المناعة بزيادة كرات الدم البيضاء فى الدم تحت تأثير زيادة هرمونى الكاتيكالامون، كما أن زيادة هرمون الكورتيزول التى تظهر عند أداء التدريبات الطويلة على التحمل تؤدى إلى سرعة زيادة عدد الكرات البيضاء فى الدم من نخاع العظام بعد التدريب لمدة ساعتين.

يؤدى التدريب الزائد إلى تأثير سلبى على جهاز المناعة، حيث يقوم بتثبيط الوظائف الطبيعية لهذا الجهاز، فيمكن لمجموعة شديدة من التدريبات أن تثبط الوظائف المناعية مؤقتا، وإذا ما

جدول (١٩)

نشاط الهرمونات أثناء التدريب الرياضى فى دينامية الدم فى الأوعية

الغدة	الهرمون	المثير	النسيج المستهدف	الاستجابة
نخاع الغدة الكظرية	Epinephrine الأبنفرين	الضغوط- انخفاض ضغط الدم - التدريب المتوسط إلى المرتفع.		إعادة امتصاص الماء.
Adrenal Medulla	Norepinepherin النور ابنفرين	نقص سكر الدم. التدريب المتوسط إلى المرتفع.	الأوعية الطرفية للعضلات الناعمة.	انقباض الأوعية الدموية.
الفص الخلفى للغدة النخامية Posterior Pituitary	Antidiuretic الهرمون المضاد للتبول	زيادة ضغط البلازما الأسموزى.	الأوعية الطرفية الموضعية.	انقباض الأوعية .
	Endothelin إندوثيلين	الأنسجة التالفة.		
النسيج الباطنى Endothelium	عامل الاسترخاء الباطنى Endothelial-Derived Relaxing Factor(EDRF)		الأوعية الطرفية الموضعية.	امتداد الأوعية.

استمر تنفيذ أحمال شديدة بشكل يومى دون مراعاة الراحة فيزيد ذلك من التأثير السلبى على استجابات المناعة، ويظهر ذلك فى انخفاض مستوى الخلايا الليمفاوية والأجسام المضادة، كما أن التدريب العنيف خلال المرض يؤدى إلى ضعف مقدرة الجسم فى مقاومة المرض ويزيد من المضاعفات.

توجد دلائل قوية على أن لهرمونات الضغط Stress Hormones التى تفرزها الغدد أثناء وقوع الرياضى تحت ضغط بدنى أو ضغط نفسى لها تأثيرها على التغيرات العددية والنسبية لكرات الدم البيضاء فى الدم، وأصبح من المعروف أن هرمونى الإبنفرين والكورتيزول لهما تأثيرهما على زيادة عدد الكرات البيضاء فى الدم، ففى حالة التدريب لفترة قصيرة تكون زيادة كرات الدم البيضاء راجعة إلى زيادة الأبنفرين، بينما إذا استمرت زيادة التدريب إلى ساعة تكون الزيادة راجعة إلى تأثير الكورتيزول، ويعمل الهرمونان معا حتى تصل زيادة كرات الدم البيضاء إلى أقصى مستوى لها بعد ثلاث ساعات من بداية التدريب وخلال الاستشفاء ترجع الكرات البيضاء إلى عددها فى الدم بسرعة فى النصف ساعة الأولى، ثم تكون العودة بطيئة بعد ذلك حتى عودة مستوى الكورتيزول إلى وضعه الطبيعى.

وتساعد ممارسة الرياضة المعتدلة على تحسين جهاز المناعة نتيجة تأثيرها على تقليل مستوى الضغوط النفسية وتحسن الحالة المزاجية مما يساعد فى تقليل التأثير السلبى لهرمونات الضغط، ويقل الشعور بالاكتئاب والقلق مما يقلل من الهرمونات المرتبطة بالحالة النفسية، وبالتالى يتحسن جهاز المناعة.

تأثير الهرمونات على الصحة النفسية

تلعب الهرمونات دورا هاما فى التأثير على الصحة النفسية للإنسان كما تؤثر الرياضة تأثيرا إيجابيا على تلك الهرمونات مما يساعد فى تأثير الرياضة على التخلص من الأرق والقلق والتوتر وغيرها، ويعتبر الاكتئاب بدرجاته المختلفة من الحالات الشائعة والتى يمكن أن يكون للممارسة الرياضية تأثيرا إيجابيا على الإنسان، وبالرغم من صعوبة تشخيص الاكتئاب بشكل عام ،إلا أن التغيرات الفسيولوچية المصاحبة له تبدو واضحة على المستوى الخلوى فى تلك التغيرات البيوكيميائية التى لها تأثيرها على الخلايا العصبية وترجع جذورها إلى العوامل الوراثية وحينما ينخفض نشاط دورة الناقلات العصبية التى تقل فى المخ، ونتيجة لذلك تختل وظائف كثير من مناطق المخ المسئولة عن الشهية والنوم والرغبة الجنسية والذاكرة، كما أن الاضطرابات الهرمونية لبعض الغدد الصماء فى الجسم تتسبب فى مزيد من وضع الجسم فى حالات من الاستثارة المتكررة مما يؤدى أيضا إلى الاكتئاب، وتتلخص هذه التغيرات فى اتجاهين هما:

١- انخفاض مستوى الناقلات العصبية بالمخ

Neurotransmitters

وهى أنواع كثيرة غير أن معظم الدراسات أكدت على دور السيروتونين Serotonin والنورابنفرين Norepinphrine.

٢- التغيرات الهرمونية غير الطبيعية

وبصفة خاصة فإن الاضطرابات الهرمونية الناتجة عن تثبيط هرمون النمو والهرمون المنبه للغدة الدرقية تؤدى إلى اضطراب عمل المحاور الهيبوثالاماسية - النخامية - الأدرينالية (HPA) وإفراز هرمون الكورتيزول.

الموصلات Transporters

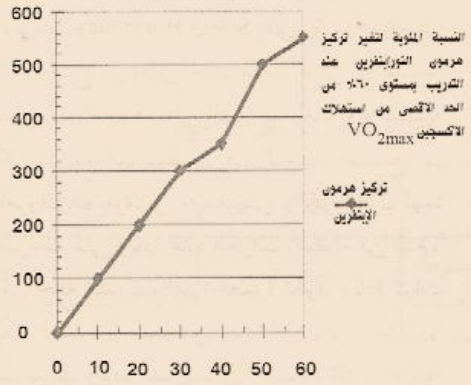
عندما تظهر الموصلات فإنها تقوم بعملية ضخ للناقل العصبى الموجود بين الخليتين ليعاد امتصاصه مرة أخرى عن طريق الخلية التى أفرزته، وبناء على ذلك تستخدم العقاقير الطبية المضادة للاكتئاب التى تعمل على إيقاف عملية إعادة الامتصاص للناقل العصبى وتحافظ على كثرة وجوده بين الخليتين لتسهيل عملية انتقاله إلى الخلية الأخرى، وقد توصلت نتائج الدراسات أن نقص الناقلين العصبيين السيروتونين والنورابنفرين يتسببان فى الاكتئاب.

دور النورابنفرين

اكتشف Joseph , J. Schidkraaut ومساعدوه من جامعة هارفرد خلال الستينيات العلاقة بين النورابنفرين واضطرابات الحالة المزاجية، وافترض أن الاكتئاب ينشأ من نقص النورابنفرين فى بعض مناطق المخ (باعتباره من الكاتيكولامين Catecolamin)، كما أن زيادته بشكل مفرط تتسبب فى نوع من الجنون والفزع.

ما هو تأثير الرياضة على النورابنفرين؟

يزيد تركيز النورابنفرين فى البلازما من ١٠ إلى ٢٠ مرة كاستجابة فى أثناء التدريب ضعف مستواه أثناء الراحة (Silverberg,et al.,1978)، ويزيد النورابنفرين زيادة متوازية مع زيادة دوام التدريب(Powers,et al.1982)ويؤدى الانتظام فى التدريب إلى حدوث التكيف والذى ينعكس بدوره على النورابنفرين، حيث تنخفض زيادة النورابنفرين فى البلازما خلال التدريب لمدة ثلاثة أسابيع بشكل سريع (Winder et al..1978).



شكل (٣٠)
تأثير التدريب على هرمون النورابينفرين

دور السيروتونين

أجريت العديد من الدراسات الجادة عن دور السيروتونين وأثبتت نتائجها أن نقص السيروتونين يعتبر سببا آخر لحدوث الاكتئاب، ويعتبر السيروتونين كناقل عصبى مسئولا عن كثير من العمليات الفسيولوجية بالجسم تشمل النشاط الحركى ونشاط الجهاز الدورى والتنفسى والتحكم فى درجة حرارة الجسم، كما يؤثر أيضا على السلوكيات مثل الأكل والنوم والعدوانية (Jacobs,1994).

المصدر : ابو العلا احمد الفتاح : فسيولوجيا التدريب والرياضة . القاهرة ، دار الفكر العربي ، ٢٠١٦