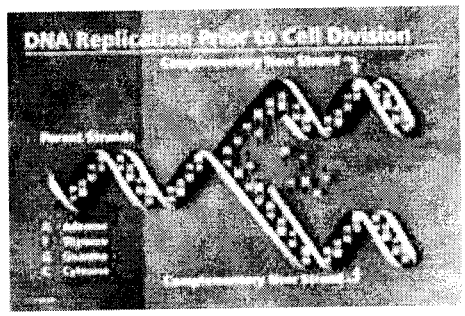
الفصل الخامس

المنشطات والجينات



★ **جهاز الغدد الصماء:** System Gland Endocrine

ويطلق عليه أيضا جهاز الإفراز الداخلى وهو يتكون من عدد من الغدد الصماء (لا قنوية)Endocrine Gland ,s والتى توجد فى أماكن مختلفة داخل الجسم وتشمل:

- الغدة النخامية Gland Pitutary
- الغدة الدرقية Gland
- الغدة الجار درقيةGland Para Theyroid
- الغدتان الكظريتان (فوق الكليتان) Adrenal (Suprarenal Gland,s)
- الغدة الزعترية Thymus Gland
- الغدة الصنبورية Pineal Gland
- جزر البنكرياس Pancreatic Islets
- الغدة التناسلية Gonads
- الغشاء المبطن للمعدةGastho Intestinal Mucose
- الكلى Kidneys
- الهيبوثالامس Hypothalamus

وتفرز هذه الغدد الصماء مواد كيميائية يطلق عليها اسم هرمونات HORMONES تصبها فى الدم مباشرة.

★ **وظائف الهرمونات أثناء النشاط الرياضى:**

يتطلب العمل العضلى تعاون أنظمة فسيولوجية وبيوكيميائية كثيرة، ولا يمكن تحقيق هذا التعاون ما لم يكن هناك اتصال بين أنسجة 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 الفسيولوجية التى تتطلبها أي حركة يقوم بها الجسم ، وإذا كانت طبيعة الجهاز العصبى تفرض عليه أن يكون رسائله سريعة فإن رسائل الهرمونات أكثر بطئا؛ 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 تنظيم استهلاك وقود الطاقة.

* توازن سوائل الجسم.

* بناء بروتين الجسم.

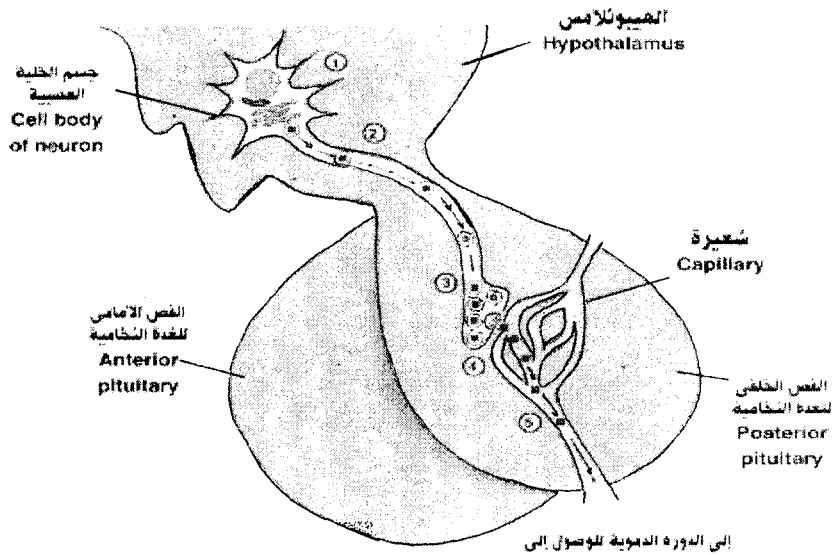
* سرعة الاستشفاء بعد التمرين.

* دينامية الدم فى الأوعية الدموية.

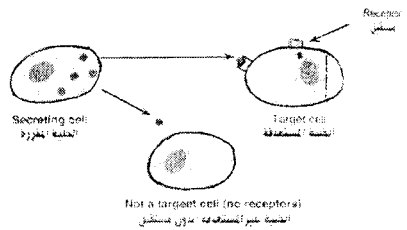
* الوظيفة المناعية.

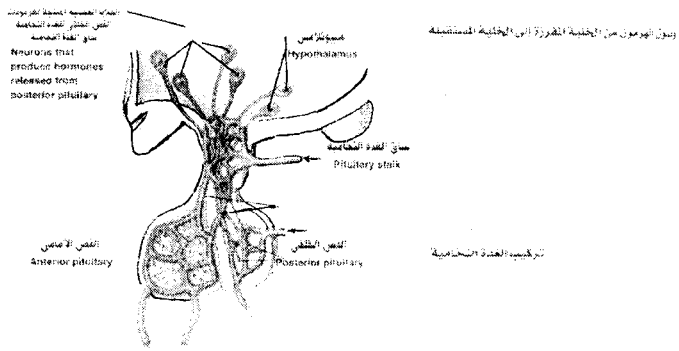
* تحسين حالة الفرد النفسية.

* ضبط الساعة البيولوجية والإيقاعات الحيوية.



الهيبوثلامس والغدة النخامية وتوصيل الهرمونات





★ المنشطات والجينات:

الهرمونات البنائية Anabolic Stroids لتنمية القوة

نزل فى قائمة الممنوعات خلال الدورة الأولمبية بمونتريال صيف ١٩٧٦ على شكل Dianablol ، ولم يكن التستوستيرون موجودا بالقائمة حتى الدورة الأولمبية ١٩٨٤.

يقوم بعض المدربين والأطباء وبعض الرياضيين بأسلوب غير أخلاقي باستخدام الهرمونات البنائية ، وذلك بقصد زيادة الكتلة العضلية إما لتحقيق إنجازات رياضية كما تم فى حادثة العداء الكندى بن جنسون حينما سحبت منه الميدالية الذهبية فى الدورة الأولمبية نتيجة اكتشاف تناوله الهرمونات البنائية ، وتصل الجرعات التى يتناولها الرياضيون فى هذه الحالة إلى كميات ضخمة جدا تبلغ من ٢٠-١٠٠ مرة ضعف الجرعات العلاجية التي تستخدم في المجال الطبي ، وهى بذلك إذا ما صحبها تنفيذ برنامج فإنها تزيد من القوة والكتلة العضلية ، غير أن أضرار استخدامها تفوق كثيرا فوائدها ، وقد تكون المضاعفات لدى الإناث عكس ما لدى الذكور فى خطورتها وهى يمكن أن تؤدي إلى حدوث أكثر من سبعين تأثيرا جانبيا ضارا بعضها يمكن أن يكون قاتلا ، ومن أضرار هذه الهرمونات أنه بالرغم من تأثير هذه الهرمونات على زيادة القوة والعضلات والأوتار والأربطة ، إلا أن هذه التنمية لا تكون متناسبة أو متناسقة، لذلك فإن قوة الانقباض العضلى يمكن أن تكون سببا في قطع الوتر أو الرباط، وإضافة إلى ذلك فإن الشفاء يتم بصورة بطيئة.

ويذكر Corbin and Lidsey ١٩٩٤ أن ٢٥٪ من الرياضيين لبعض الدول الذين شاركوا فى الدورة الأولمبية بموسكو ١٩٨٠ قد ماتوا نتيجة استخدام الهرمونات البنائية، وكذلك حدث نفس الشيء للرياضيين المحترفين.

★هرمون النمو Growth Hormone

يتعاطى بعض الرياضيين هرمون النمو Human Growth Hormone لمصنع والذى تفرزه الغدة النخامية ، نظرا لأن من الصعب اكتشافه عند اختبار البول للمتنافسين ، ويعتقد أنه يزيد من كتلة العضلة ونمو العظام ويسرع من علاج الأوتار والغضاريف ، وهو أيضا يمكن أن يسبب أضرارا كثيرة مثل أمراض القلب والالتهابات وزيادة العرق وتهلهل النسيج العضلى والأربطة وأضرار العظام ويقلل الرغبة الجنسية.

★ تقنيات جينية لزيادة سرعة العدائين وتقوية الأداء

قريبا جدا سيمكن توظيف الحامض النووى «دي إن ايه» (DNA) الحيواني لزيادة سرعة العدائين، وتعزيز قوة الأداء لديهم، من دون حاجتهم إلى إجراء التدريبات الرياضية الشاقة. وسوف تنهى هذه العملية لعبة «القط والفأر» بين الرياضيين الذين يتناولون المنشطات المحرمة وبين المسئولين الذين يحاولون رصدها ،و العملية الثورية الجديدة تسمى «تعزيز الجينات» أو «التنشيط الجيني»، إذ يمكن على سبيل المثال، لأى رياضى أن يحقن بالمادة الجينية الحيوانية، ليتحول إلى عداء أسرع أو رافع أثقال أقوى ، ويقول بيتر ويواند الأستاذ المتخصص بعلم حركية العضلات وحركة الإنسان فى جامعة رايس فى هيوستن: «إن الطريقة هذه ستحل محل التدريبات الرياضية، فبإمكانها تحويل شخص غير رياضى إلى شخص قوى». وتلهم طرق «التنشيط الجيني» هذه الأطباء الراغبين فى التعرف على سبل القضاء على مرض ضمور العضلات، إضافة إلى تقوية عضلات الكهول والمسنين.

اليوم يعتبر الرياضيون المشهورون عالميا، أشخاصا متفردين في تكوين جيناتهم وبامتلاكهم قدرات ذاتية عالية يشحذونها بالتمرينات الرياضية، وأحيانا بالمنشطات غير القانونية ، ولكن وحسبما يقول ويواند، فإن أى شخص يمكنه تعزيز قدراته بطرق الهندسة الوراثية «بنسبة ١٠٠ ، ٢٠٠،

٥٠٠، ١٠٠٠ فى المائة». ويضيف أنه وبالاعتماد على عضلات الفئران السريعة التقلص مثلا، يمكن تحويل العداء إلى عداء «سوبر» سريع جدا. إلا أنه يبدى بعض التشاؤم «فمتى ما يبدأ الإنسان بالتفكير بالمسائل الاستثنائية فى الطبيعة، فإنه يجد أن هذه الطريقة مفزعة حقا»! وقد عبرت وكالة مكافحة المنشطات الدولية عن مخاوفها من هذه الطرق الجينية وأعلنت إنها غير قانونية، رغم أن أحدًامن الرياضيين لم يوظفها حتى الآن. وصرح ريتشارد باوند رئيس الوكالة أمام اجتماع لعلماء بارزين بداية هذا العام أن «الوقت قد حان للتعامل مع هذه الطرق» وطالب بتطوير نظم للكشف عن طرق التنشيط الجينى. وقد ازداد الاهتمام بهذه الطرق منذ نشر مقال علمى ، حول التغيرات الهائلة التى ظهرت على فئران وجرذان التجارب، التى أخضعت لعمليات حقن بنوع من الجينات يحفز النمو. وقد لاحظ لى سوينى الباحث بجامعة بنسلفانيا أن عضلات هذه «الفئران العملاقة» قد نمت أكثر بنسبة ٥٠ فى المائة. أما عضلات الجرذان فقد سجلت قوة إضافية بنسبة ٣٥ فى المائة، عندما وظفت الطريقة الجينية سوية مع التدريبات ، وقد تلقى سوينى منذ إعلانه عن هذا النجاح العلمي، رسائل كثيرة من المدربين والرياضيين يطلبون فيها تفصيلات أكثر عن النتائج. ورغم أن الباحث لم يزل على مسافة أعوام من توظيف تقنياته الجينية على جنس الإنسان، فإن التقنيات متوفرة، مما قد يدفع غيره من الباحثين إلى توظيفها بسرعة.

ويقول أندى مياه المتخصص فى أخلاقيات البيولوجيا، ومؤلف كتاب صدر أخيرا فى بريطانيا تحت عنوان «الرياضيون المحسنون جينيا: الأخلاقيات الطبية البيولوجية، المنشطات الجينية والرياضة»: إن الباحثين قد يلجئون إلى هذه الطرق رغم خطورتها، ويدافع مياه عن الطرق الجينية التى تحمل بشائر علاجية للإنسان، ويطالب وكالة مكافحة المنشطات ألا تتعامل معها كما تتعامل مع المنشطات الممنوعة. ووفقا لآرائه فإن الطرق الجينية يمكنها أن

تساعد على علاج العضلات المتأذية للرياضيين. ولذلك يتساءل: هل يعتبر ذلك غير قانونى؟ وقد يدفع الحظر الرياضيين إلى البحث عن باحثين «مارقين» لتوظيف هذه الطرق الجينية التى لا يمكن كشفها حتى الآن. ويرى مياه أن من الأفضل تقنين الطرق الجينية وتنظيم قواعد حظرها. إلا أن جون هوبرمان البروفيسور بجامعة تكساس فى أوستن الذى يدرس تاريخ الرياضة يقول: إن تقنين التنشيط الجينى سيؤدى إلى فوضى ويحول الرياضة إلى نوع من السيرك.

عوامل عدة وراء صنع الأبطال وأرقامهم:

فى ظل الوضع الراهن من تطور الطب، وخصوصا مع القوة التى يندفع بها علم الجينات والهندسة الوراثية، يميل اختصاصيو الطب الرياضى إلى القول أن الوصول إلى الحد الأقصى من الأداء الجسدى يعتمد أولا على امتلاك مجموعة من الجينات التى تؤهل الجسم لمثل ذلك الإنجاز. لا يخلو هذا القول من مفارقة. والحال أن الألعاب الأولمبية نفسها كانت الميدان الذى تحطمت فيه أول الأساطير عن الجينات وقدراتها. ففى الثلاثينات من القرن الماضى، تبنى الحزب النازى الألمانى نظرية تشدد على الأهمية المطلقة للجينات بالنسبة إلى الكائن الإنسانى. وتبنوا آراء عالم الوراثة الشهير فردريك جالتون، الذى نظر لأهمية اصطفاء النسل الإنسانى، كما الحال عند الحيوان، للوصول إلى توالد من يملكون «الجينات الأفضل»، ووقف تناسل «الجينات السيئة». ويُعرف هذا الأمر باسم «يوجينيا» EUGENIA. وترجمت النازية مقولات علوم الوراثة والجينات إلى مقولات سياسية عن تفوق العرق الأبيض الآرى، و«تأخر» جينات أقوام مثل السود واليهود والغجر وغيرهم. وقبل الهولوكوست، حاول أدولف هتلر أن يجعل من أولمبياد برلين ١٩٣٦، دعاية واسعة عن تفوق الرياضيين البيض. ووظف ثلاثين مليون دولار فى الألعاب. وفى حينه، اعتُبِر الرقم مذهلا وغير مسبوق. ومن قلب أميركا، جاء العداء الأسود جيسى اوينز ليصفع مقولات الفوهرر فى عقر داره. وكرر تفوقه أربع مرات.

و التطور العلمى نعمة وسمة مميزة فى حياة البشر؛ لكنه قد يكون في بعض الأحيان نقمة يجلبونها لأنفسهم عندما يضربون بالقيم (الدينية والاجتماعية والأخلاقية) عرض الحائط. وعندما يتعلق سوء توظيف العلم بالرياضة فإن ذلك يخرجها عن أهدافها السامية وجوهرها الشريف بفعل فاعل ليس له هم سوى تحقيق الربح المادى بغض النظر عن الآثار السلبية (المترتبة على استخدام الوسائل الصناعية التي تستهدف الأداء الرياضى). فبعد أن تمكنت اللجنة الأولمبية الدولية والاتحادات الرياضية الدولية من السيطرة على ظاهرة تعاطي اللاعبين للمنشطات المحظورة دوليا ، برزت إلى الساحة مشكلة أخرى بالغة الخطورة هى التلاعب بـ «الجينات» عندما لجأت بعض المعامل البحثية إلى إدخال تعديلات جينية على أجسام اللاعبين فى محاولات لتحسين الأداء الرياضى وصولا لتحقيق الانجازات القياسية التى تضمن لهم إحراز البطولات العالمية، والحقيقة أن هذا الموضوع يحتاج إلى سرعة التدخل من الهيئات ، والمنظمات العالمية المعنية بالرياضة لمكافحة هذا «الغش الرياضى» مع التسليم التام بصعوبة التدخل هذه المرة كون هذه الجينات تذوب فى الجسم وتدخل ضمن نسيجه وتلتحم معه بشكل طبيعى.

ما هى أسرار قضية الجينات العجيبة والتى نشطت بشكل ملحوظ فى الآونة الأخيرة وتحولت إلى مصدر إزعاج يهدد الرياضة كنشاط إنسانى يهدف أصلا إلى الرقى بالممارسة له عبر خوضه لمنافسات، تدعم قدراته وتطور من أدائه عندما يلاقى الآخرين متحديا تبعا لشروط وقواعد المنافسة الشريفة؟ ثم لمن تكون الغلبة إذًا عندما يمنح تدخل الجينات الصناعى الأفضلية لمن ربما يكون أقل إعدادا وتدريبا؟

مكافحة «الغش الجينى» تحتاج لضوابط أخلاقية فقط

عن سلاح الجينات الذى سوف يحسم منافسات المستقبل، حيث كشفت الدراسات عن العديد من الجوانب المرتبطة بموضوع «الجينات والرياضة»،

والعوامل الوراثية (الجينية) وكذا البيئية فى صناعة البطل وأكدت نتائج الدراسات دور الجينات فى إحداث تحولات متوقعة فى الأداء الرياضى وعرض فى ذلك عددا من الدراسات فى مجال التدريب الرياضي، كما أشارت إلى سر تفوق الكينيين فى مسابقات الجرى (المسافات الطويلة) من خلال هذه النتائج فلا بد من تفعيل الاهتمامات بمكافحة «الغش الجينى» للتخلص من أضراره السلبية التى قد تتدخل فى المستقبل القريب فى رفع مستوى اللاعبين وقد حذرت الدراسات من خطورة ذلك وحتمية مكافحته مشيرة إلى أن العلاج يكمن فى التطبيق فى مجال الانتقاء الرياضى، والذى يشمل الكشف عن الموهوبين، وتوظيف العلاج الجينى ثم تحسين مستوى الأداء الرياضى.

★ أنواع التعاملات الجينية

ولتوضيح أنواع التعاملات الجينية المحتمل استخدامها مستقبلا ، وقد أصبحت فضائح المنشطات جزءا روتينيا وتحدث خلال المنافسات الرياضية الحديثة، بما فيها الألعاب الأولمبية، وقد اكتشف أن نسبة ٤٥٪ من متسابقى الدراجات فى سباق فرنسا (Tour de France) عام ٢٠٠٠ يتعاطون منشطات. وقال جوان أنتونيو سمارانش رئيس اللجنة الأولمبية السابق: إنه لن يتحقق الفوز فى معركة المنشطات. غير أن هذه المنشطات سوف تصبح شيئا من الماضى، حيث يتنبأ العلماء أنه خلال الفترة المقبلة سوف يستخدم الرياضيون الهندسة الوراثية (Genetic Engineering) لتحقيق التفوق على منافسيهم، بل وأكد بعض العلماء خلال مؤتمر لندن فى ٣٠ نوفمبر/ تشرين الثانى ٢٠٠٠ بأن تحسين الأداء الرياضى عن طريق الجينات والذي يعتبر يوم الرعب الرياضى أصبح قريبا، ويتوقعون أنه ابتداء من دورة أثينا ٢٠٠٤ سوف يبلغ عدد الرياضيين الذين يتعاملون جينيا العشرات إن لم يكن المئات، ويقول جوهان أولاف عضو الوكالة الدولية لمضادات المنشطات باللجنة الأولمبية: إن التعامل الجيني الرياضى قد بدأ بالفعل وعلينا ألا نكون خياليين وأن نكون

واقعيين، ويستهدف التحسين الجيني للأداء الرياضى أن تصبح عضلات وعظام الرياضى أقوى لأنشطة القوة والسرعة والقوة المميزة بالسرعة، وأن يتحمل الرياضى الألم كما فى أنشطة التحمل والملاكمة والمصارعة بأنواعها المختلفة، وسرعة الاستشفاء والتخلص من التعب وفاعلية استخدام الأكسجين. وأشار إلى أن العلماء صنفوا بعض أنواع الجينات التى يمكن إساءة استخدامها فى المجال الرياضى كما يلى:

١ - منظمات البروتينات (Systems Proteins) مثل هرمون النمو (Growth hormone).

٢ - أدوية الجروح والإصابات(Wound or injury healing).

٣- وعوامل ترميم العظام (Bone repair Factors) زيادة كتلة العضلة (Increase muscle mass) وتشمل عوامل بناء الأوعية الدموية (angiogenic Factors) للقلب.

١ - تنمية الوعاء الدموى(Blood Vessel Growth) .

٢ - إراحة الألم (Pain Relief)..

٣- عوامل عصبية (Nurological) مثل عوامل هرمون النمو فى الغدة النخامية.

وتمكن العلماء من اكتشاف خارطة الجينوم البشري للإنسان كما له فوائد كثيرة فإن له وجها آخر سلبيا لو أسيئ استخدامه خاصة فى المجال الرياضى حيث أصبح هدف الفوز بالميدالية الذهبية الأولمبية وما تحققه للرياضى من مكاسب مادية هدفا يجعل البعض مستعدا لمواجهة الخطر فى سبيل تحقيقه، ودعا إلى تكثيف البحث العلمى عربيا للإلمام بالجديد فى المجال استعدادا

لمواجهة التحديات. وهناك ثلاثة مجالات يمكن للرياضة أن تتعامل خلالها مع الجينات وهى:

١-العلاج الجينى.

٢- الانتقاء الرياضى.

٣- تحسين مستوى الأداء الرياضى الجينى.

والعلاج الجينى (Genetic Therapy) مدخل للعلاج أو التداوي والوقاية من المرض بوساطة تغيير جينات الفرد، وهي طريقة يتم بوساطتها إدخال وظيفة الجين إلى خلية بشرية لتصحيح خطأ وراثى وتقديم وظيفة جديدة للخلية بهدف علاجى.

ويعتبر أن العلاج الجينى ما زال في طفولته، في مرحلة الدراسات والتجريب، وهو يستهدف الجسم أو خلايا البويضة أو الحيوان المنوى.

واستطاع علماء الوراثة أن يخطوا خطوات متقدمة فى العلاج الجينى فى اتجاه إيلاج جينات مصنعة إلى الجسم لتقوم بإنتاج بروتين علاجي يقوم بالحد من انتشار المرض ويخفف الشعور بالألم، وبالرغم من أن هذه الطريقة ما زالت تحت التجريب بالنسبة للإنسان، غير أنها حققت نجاحا كبيرا فى التجارب على الحيوانات، وعند نجاح التجارب على الحيوان يمكن تجربتها على الإنسان بهدف علاج الكثير من الأمراض والإصابات التي تصيب الرياضيين والتى تسببت فى اعتزال الكثير منهم وهم فى قمة مستواهم الرياضي، فمن خلال النقل الجينى (gene Transfer) يمكن علاج إصابات الأربطة والعظام والغضاريف والأنسجة وتشكيل الغضاريف الجديدة وعلاج كسور الضغط(Stress Fractures) والتى تشكل حوالى ١٥٪ من إصابات متسابقى

الجرى، وهناك أمثلة على رياضيين اعتزلوا الرياضة فى أعمار صغيرة نتيجة مثل هذه الإصابات، كما يؤدى العلاج الجيني إلى سرعة الشفاء وعودة الرياضي إلى الملعب بأسرع وقت ممكن، وهذا هو الجانب الإيجابى للاستفادة من الجينات غير أن البعض يرى أن هذه القضية شديدة التعقيد فهناك خط غامض يتطلب المناقشة بين كل من «إعادة إصلاح الصحة» وتحسين الأداء، وعلى سبيل المثال إذا ما استخدم أحد الرياضيين التعديل الوراثى فى التغلب على الربو الخلقي أو غيره من الموروثات غير الطبيعية فقد تؤثر عملية العلاج هذه على مستوى الأداء الرياضى. وهذه إحدى القضايا التى سوف تواجه المسئولين مستقبلا .

فتطبيق العلاج الجيني في الطب الرياضى يحمل الكثير من الوعود لتطوير علاج الإصابات الرياضية مثل علاج الغضروف (Cartilage) والهلالى (Meniscus) والوتر (Tendon) والرباط (Ligament) وتساعد عوامل النمو (Growth Factors)فى علاج الجروح، كما تشير كثير من الدراسات إلى وجود عوامل نمو كثيرة ومتنوعة فى الألياف والصفائح الدموية تساعد فى سرعة شفاء الجروح ولها أهميتها فى ترميم الأنسجة، وعوامل النمو عبارة عن بروتينات صغيرة يتم تركيبها بوساطة الخلايا فى موقع الإصابة أو تتسلل إليها. الانتقاء الجينى فى رأى بوشارد بناء على نتائج دراساته وزملائه على التوائم أن العوامل الوراثية مسئولة عن حوالى نصف الفروق فى الأداء البدنى بين الأفراد، وكذلك مسئولة عن حوالى نصف استجابات الرياضيين لتأثير التدريب وهى الأكثر أهمية فى تفسير الفروق فى مستوى الأداء بين الرياضيين، ويرتبط مستوى الأداء العالى بالأفراد الموهوبين من الناحية البيولوجية والبدنية والنفسية، ويتميز الرياضيون ذوو المستويات العليا ببروفيل خاص من الناحية المورفولوجية والفسيولوجية والتمثيل الغذائى والبيوميكانيك والصفات الشخصية، كما أنهم أكثر حساسية لتقبل التأثير بالتدريب مقارنة بغير الموهوبين، ويستجيب الأفراد ذوو نفس النمط الوراثى بشكل أكثر تشابها

للتدريب مقارنة بمختلفى النمط الوراثي. كما أن هناك إمكانية للتنبؤ المبكر بالأمراض الوراثية التى يمكن أن تصيب الإنسان فى مستقبل حياته من خلال التعرف إلى الجينات التى تحمل خصائص هذا المرض، ويمكن أيضا التعرف إلى الخصائص المميزة للرياضيين منذ البداية من خلال الجينات. و بالرغم من عدم التوصل بعد إلى مؤشرات جينية (Genetic Markers) قد تسهم فى صناعة البطل الرياضى المتميز فقد أمكن الكشف عن البعض من هذه الجينات، وهناك دلائل على أن أبطال العالم فى مسابقات التحمل لديهم بعض الأفضلية الجينية فى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين وقابلية لزيادته مع التدريب وإمكانية الوصول إلى حد أقصى لمعدل القلب.

الصفات الوراثية الأكثر ارتباطا بالأداء الرياضى عبر ملخص لبعض الدراسات التى أجريت على التوائم والتي أسفرت عما يلى:

١- ترتبط الخصائص الهيكلية وتركيب الجسم (خاصة طول القامة) بدرجة أعلى بالوراثة أكثر من الخصائص الوظيفية والمقدرات الحركية.

٢ - تشارك الوراثة بنسبة عالية فى بعض القدرات المرتبطة بالسرعة والتحمل التى تظهر فى سرعة الجرى وسرعة رد الفعل والقوة المتفجرة والقوة ومرونة المفاصل.

٣- تتأثر قياسات القوة القصوى كما تقاس بالديناموتير بكل من الوراثة والبيئة

٤ - تسهم البيئة فى بعض المهارات واستعدادات التعلم الحركى.

٥ - تعتبر البيئة هى الأكثر تأثيرا فى الأنشطة المتكاملة التى تتطلب مساهمة قدرات حركية مختلفة وعمليات طويلة من التعلم والخبرة.

دورة بكين ٢٠٠٨ وكيفية تحسين الأداء الجينى

قد أشار تشارلس يساليس خبير المنشطات بجامعة بنسلفانيا أنه من المتوقع أن يشارك فى دورة بكين الأولمبية ٢٠٠٨ رياضيون أجريت لهم تعديلات جينية من خلال حقنهم بوساطة نسخ جينات طبيعية توجد أساسا فى الجسم مما يُصعّب من اكتشافها مثل عوامل النمو (Growth Factors) وهرمون التستوستيرون. و أوضحت الدراسات التى أجريت على الحيوانات فى جامعة Pitrsburgh يمكن استخدامها لعلاج الإصابات الرياضية وفى الوقت نفسه لتحسين الأداء الرياضى، حيث يقوم العلماء بإيلاج خلايا معينة فى خلايا العضلة على أمل مساعدة الأطفال المصابين بالضمور العضلى وبالتالى يمكن استخدام هذا التكتيك نفسه مع الرياضيين وبصفة عامة فإن من بين ما يستهدف تحسين الأداء الجينى وتطويره هو تنمية صفات القوة العضلية والتحمل. وقد بذلت محاولات فى هذا المجال وأمكن التوصل إلى بعض الجينات التى تساعد على تحقيق ذلك بالنسبة للرياضيين .

ولعل ما يثير مخاوف العلماء هو قوى الشك لديهم ببداية التعامل الجيني مع الرياضيين بعض الظواهر الرياضية الغريبة: مثل في نوفمبر عام ٢٠٠١ حصلت المتسابقة الصينية جيوتنيجلينج على المركز الثانى فى سباق ٤٠٠ متر حواجز بالرغم من أن عمرها ١٥ سنة.

أمكن للمتسابقة الصينية جيوتنيجلينج وعمرها ١٤ سنة أن تحقق المركز الثانى فى سباق ٥٠ كيلومترا مشيا علما بأن هذا السباق يستمر لفترة ٤ ساعات ولا توجد دلائل تؤكد أن هذه النتائج غير المعقولة فى هذه الأعمار الصغيرة تحققت نتيجة التعامل الجينى. أمكن لمتسابق الانزلاق ايرد برو الفوز بميداليتين ذهبيتين فى الدورة الأولمبية الشتوية عام ١٩٦٤ ثم ٧ ميداليات ذهبية خلال ٣ دورات أولمبية، واتهم فى ذلك الوقت باستخدام إعادة الحقن بالدمBlood doping لزيادة خلايا الدم الحمراء بهدف زيادة الهيموجلوبين

وبالتالى زيادة الأكسجين والمقدرة على التحمل والمقاومة، غير أنه لم يمكن إثبات ذلك.

وأشارت الدراسات إلى (جينات زيادة القوة العضلية والسرعة، هرمون النمو البشرى، هرمون إظهار النمو) كذلك على وجود جينات لتحسين التحمل الهوائى ، وهناك بروتين يجعل العضلات تنمو وترمم نفسها وقد وجد أن اللقاح به يزيد من كتلة العضلة من ٦٠٪ خلال شهر واحد من دون تدريب ، و لا يمثل خطورة صحية على الرياضيين خلافا للعديد من القضايا الأخرى التى يثيرها. وفى مؤتمر لندن خلال شهر مارس/ آذار ٢٠٠٢ تحت مسمى (الجينات فى الرياضة) قيل: إنه يجب علينا قبل أن تنتج القنبلة الذرية التالية أن نستوعب القضايا الأخلاقية والعلمية لهذا الموضوع ، القضايا الأخلاقية المرتبطة بالهندسة الوراثية ارتبطت المشكلات الأخلاقية بحقوق الإنسان والتى من بينها مثلا سرية المعلومات الوراثية عن الرياضى وما يمكن أن تسببه من مشكلات وبناء على ذلك فإن ظروف الضبط الأخلاقى يجب أن تشمل التركيز على بعض الأخلاقيات التى تتلخص فيما يلى:

١ - علاج الرياضى يعتبر فى حد ذاته وسيلة تنتهى بالعلاج ولا تمتد لتشمل نهاية الرياضى ذاته.

٢ - لكل إنسان الحق فى أن يكون نمطا وراثيا فريدا بعيدا عن احتمالية الاستنساخ.

٣- ما زالت أساليب الهندسة الوراثية تحت التجريب وبالتالى لها درجة من الخطورة على الإنسان الذى لا يجب أن يكون حقل تجارب لها، فقد فشلت ٢٧٧ تجربة قبل الوصول إلى استنساخ النعجة دوللى.

٤- يمكن أن تؤدى الهندسة الوراثية إلى حدوث تفرقة وتمييز من قيمة بعض

أفراد المجتمع.

٥- يمكن أن تستغل الهندسة الوراثية تجاريا من خلال مؤسسات خاصة تخرج بها عن أهدافها العلاجية.

٦ -يمكن أن يشعر بعض الأفراد بالتمييز والتفرقة من جانب بعض الهيئات مثل شركات التأمين أو عند توظيف العاملين.

★ الخلايا الاصطناعية تقترب من التحقيق

شيكاغو ـ من رونالد كوتولاك: بعد مضي ما يربو على ٥ر٣ بليون سنة ـ كما يقدر العلماء ـ على بدء الحياة فوق سطح الأرض وبث الخلائق من الحيوانات والنباتات وغيرها من الكائنات يتوقع العلماء أنهم بصدد استهلال حقبة جديدة سوف تشهد تغيرا جذريا فى نمط الحياة. وإذا ما قدر لهؤلاء العلماء أن ينجحوا فيما خططوا له فإن البشرية سوف تدخل عصرا جديدا يمكن تسميته (التكنولوجيا الحية) حيث يتم تسخير تلك الطاقات المتوافرة لمواجهة المواقف المعقدة وحل المشكلات التى ما فتئت تتحدى القدرات الموجودة حاليا. يتحدث العلماء بشغف كبير عن عصر جديد من الآلات الحية المتناهية فى الصغر والتي صنعت بمهارة للقيام بعلاج الأمراض وتنظيف الملوثات وإرسال أجهزة حاسوب إلى الفضاء الخارجى وإحداث طفرة فى الالكترونيات وفى مجال الاتصالات وإضافة خواص إلى المنتجات الجديدة تكسبها قدرة على إصلاح أعطالها ذاتيا ، وفى الوقت الذى ينظر بعض الخبراء فيه إلى ذلك التقدم التكنولوجى منبهرين بالمزايا اللانهائية التى يقدمها لمنفعة البشرية نجد أن هناك آخرين يعلنون عن تحفظاتهم إزاء تلك المستجدات وما تحمله فى ثناياها من تأثيرات على النواحى الخلقية وأن هذا الجيل من المستحدثات التكنولوجية يمكن أن يتطور إلى الأسوأ ليكون سببا فى التدمير والخراب.

يقول (ستين رامسوسن) الباحث فى المعمل الوطنى فى لوس أنجلوس: أن بعض الباحثين الآن يعكفون على دراسة أشياء لها تأثيرات قوية للغاية ولكن يجب أن نضع فى الحسبان أنه كلما زاد الاندفاع بقوة نحو التكنولوجيا لزم علينا أن نصبح أكثر حرصا.

وبالفعل فإن مثل هذه التحفظات تكتسب أهمية كبيرة إذا ما علمنا أن أكثر من ١٠٠ من المعامل تقوم الآن بإجراء الدراسات لإضفاء ما يشبه صفات الحياة إلى الأشياء المستحدثة فى مجال التكنولوجيا.

يقول (مارك بيداو) أستاذ الفلسفة والدراسات الإنسانية بجامعة ريد في أوريغون: إن التغيرات القادمة لن تتوقف عند حد النظريات والرؤى العلمية ولكنها ستحمل معها مكاسب تجارية واقتصادية؛ ولذا فإن من الصعب الآن تقديم تفصيل واقعى لماهية تلك التغيرات.

ومن المتوقع أن يصطدم الكثير من أنماط تلك الحياة الاصطناعية مع المعتقدات الدينية والثقافية. فمع اختلاف عقائد الناس ومذاهبهم تختلف وجهات نظرهم وحكمهم على تلك التغيرات القادمة؛ ولذا فنحن بحاجة إلى التأمل بعمق فى أبعاد وآثار هذا التطور وكيف يمكننا أن نتفاعل معه بشكل صحيح. وبناء على ما تقدم فقد زاد عدد المعامل المهتمة بـ(الحياة المصطنعة) من ١٠ إلى ١٠٠ معمل في الولايات المتحدة خلال الأربع حقب الماضية. ويبذل العلماء جهودهم فى محاولة التعرف على كيفية نشوء الحياة وتطورها وكشف غموضها ليس فقط على الأرض ولكن على كواكب أخرى مثل المريخ، ويحاول العلماء تقديم تفسير لأشياء مثل تجمع ذرات من الكربون والأكسجين والهيدروجين والنيتروجين بطريقة معينة لتتكون فى النهاية (جزرة) ، والحياة بوجه عام لا ينظر إليها على أنها شيء ميكانيكى ولكن الخلية فى أساسها ماكينة دقيقة متناهية فى الصغر تتسق فيها الذرات غير الحية لصنع

أجزاء متحركة لتضفى عليها صبغة الحياة.

تكتسب الخلية أهمية أكبر بكثير من الأجزاء المكونة لها ويذكر (بيداو) أن التكنولوجيا فى الوقت الحاضر تواجه مشكلة معقدة فإذا كنا نطمح إلى إيجاد جيل جديد من التكنولوجيا قادر على القيام بوظائف جديدة لزم أن نتواصل إلى صنع أشياء أكثر تعقيدا ، ويحلم العلماء بإيجاد أول وحدة من الحياة الاصطناعية فى خلال ٥ ـ ١٠ سنوات ، وزاد بشكل كبير عدد المهتمين بهذا المجال والراغبين فى إحداث طفرات فى الاكتشافات والإنجازات بهذا الخصوص.

وفى محاولة لمواجهة الجانب الآخر من تلك الحياة الاصطناعية يسعى بعض العلماء للتوصل إلى احتياطات أمنية توفر تحكما كاملا فى الخلايا الاصطناعية.وقد أنتجت المعامل كل العناصر الأساسية اللازمة للحياة من مواد كيميائية وهذه العناصر مثل الأحماض الأمينية التى يصنع منها البروتين وكذلك مكونات الحمض النووى DNA وذلك من مكونات كيماوية يعتقد أنها موجودة على الأرض منذ العصور الأولى.

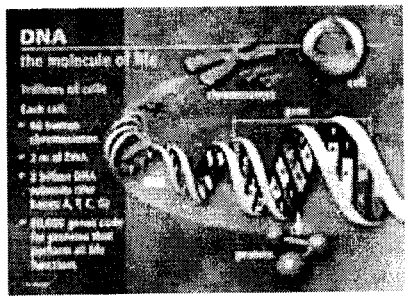
الأسس العلمية والفسيولوجية لخريطة الجينات:

١ - تعريف مجموعة العوامل الوراثية أو (Genome)

يمكن تعريفها على أنها التركيبة الكاملة للتعليمات الخاصة بتكوين الكائن الحى، وتحتوي على البصمات التى تحدد كل مكونات وأنشطة الخلية طوال حياة الكائن الحى، وهذه العوامل الوراثية موجودة على أشرطة محكمة حلزونية (tightly coiled threads) من الحمض الديوكسى ريبوزى (DNA) بالإضافة إلى جزئيات البروتين، وهما معا يكونان وحدات تسمى الكروموسومات، وعلى هذه الكروموسومات توجد المورثات أو الجينات (Genes) وهى التي تحدد كل صفات الكائن الحى، ويبقى السؤال: كيف يحدد هذا الحمض النووى الديوكسى ريبوزى أو (DNA) الصفات الحيوية؟ ولنعرف الإجابة

عن هذا السؤال من المهم أن نتعرف على:

٢- تركيبة (DNA)

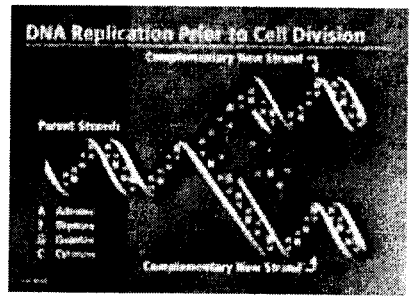


لقد وجد أن الحمض النووي الديوكسى ريبوزي له تركيبة واحدة فى الإنسان والكائنات الراقية (higher organisms) ويتكون جزآه من شريطين ملتفين حول بعضهما ليشبها السلم الملفوف الذى تتكون جوانبه من جزئيات السكر والفوسفات، وتتكون درجاته من مجموعة من القواعد النيتروجينية (nitrogen) ومعنى هذا أن كل شريط يتكون من وحدات متكررة تسمى النيكليوتيدات (nucleotides) التى تتكون كل واحدة منها من جزىء سكر وجزىء فوسفات وقاعدة نيتروجينية، وهناك أربع قواعد نيتروجينية مختلفة وهى: الأدنين (Adenine A) والثيمين (Thymine T) والسيتوزين (Cytosine) والجوانين (Guonine G) وتتابع هذه القواعد النيتروجينية فى شريط الحمض النووى الديوكسى ريبوزى هو الذى يحدد التعليمات الوراثية لخلق كائن حى بصفاته الوراثية المعينة.

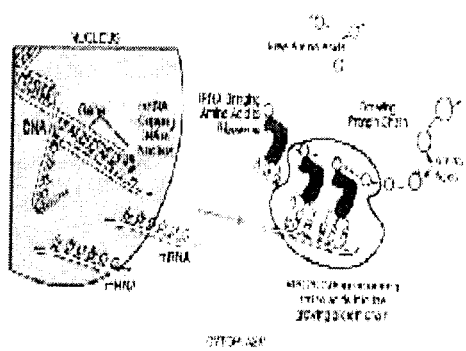
ويتم الربط بين شريطى الحمض النووي الديوكسي ريبوزى بواسطة روابط ضعيفة بين كل قاعدتين مكونتين زوجًا من القواعد (Base Pairs) ويحدد حجم مجموعة العوامل الوراثية (Genone) بعدد أزواج القواعد، وتحتوى خلايا الإنسان على حوالى ٣ بلايين زوج من القواعد.

بعد أن عرفنا تركيبة DNA وأنّ ترتيب القواعد يحدد الصفات الوراثية يبقى سؤال مهم هو:

٣-كيف تنتقل هذه الصفات من الخلية الأم إلى الخلايا الجديدة؟



وللإجابة عن هذا السؤال لا بد أن نعرف كيف تنقسم الخلية ؟ عند انقسام الخلية يحدث تضاعفا لمجموعة العوامل الوراثية، ويتم ذلك فى النواة، حيث يفقد الحمض النووى الديوكسى ريبوزى حلزونيته، ثم ينفصل الشريطان عن طريق كسر الروابط الضعيفة بين زوجى القواعد، ويشرع كل شريط فى تكوين شريط جديد مكمل له، وذلك عن طريق ارتباط الوحدات المفردة (free nucleotides) بالقواعد الموجودة على الشريط القديم، ويتم ارتباط القواعد كما يلى: الأدينى مع الثيمين والسيتوزين مع الجوانين، وعندما يتم النسخ تتلقى كل خلية جديدة نسخة من الـ DNA مطابقة تمامًا لما هو موجود فى الخلية الأم وبنفس ترتيب القواعد النيتروجينية، ولكن هذه النسخة تحتوى على شريط قديم من الخلية الأم، وشريط مماثل له تم نسخه أثناء عملية الانقسام، ولقد وجد أن الالتزام بتتابع القواعد النيتروجينية يقلل جدًّا من فرص حدوث الطفرات التى قد تحدث تغيرات خطيرة فى الخلايا الناتجة.



٤ - ما هو الجين (المورثة أو حاملة الصفات الوراثية) (Genes)؟

يحتوى كل جزىء من الحمض النووى الديوكسى ريبوزى على العديد من حاملات الصفات الوراثية التى تعرف بالجينات، والجين عبارة عن تتابع معين للقواعد النيتروجينية، وهذا التتابع يحمل رسالة توضح التعليمات المطلوبة لتخليق البروتينات المختلفة التى تكون أنسجه الجسم فى الكائن الحي، وكذلك الإنزيمات المطلوبة لوظائف الجسم الحيوية والتفاعلات البيوكيميائية.

ومجموعة العوامل الوراثية فى الإنسان تحتوى على حوالي من ٨٠ ألفًا إلى ١٠٠ ألف جين ومن الجدير بالذكر أن ١٠٪ فقط من (human genones) هي التى تحتوى على تتابعات ترمز لبروتينات معينة أو ما يعرف بـ (exons) ويفصلها عن بعضها البعض تتابعات أخرى لا ترمز لبروتينات معينة وتسمى (introns) ويرجح أن وظيفتها تنظيم ومتابعة عمل (exons).

لقد اتضح لنا أن الـ DNA يتحكم فى صفات ووظائف الخلية عن طريق التحكم فى تخليق البروتينات.

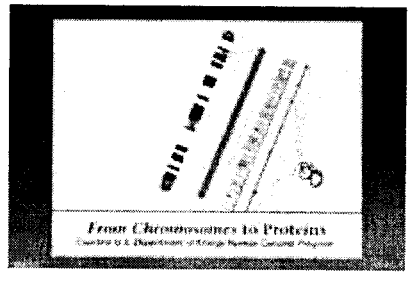
٥ - فكيف يتم هذا التحكم؟

لقد وجد أن كل الكائنات الحية تتكون من البروتينات، وأن الإنسان يمكن أن يخلق حوالى ٨٠ ألف نوع مختلف من البروتينات، وهى عبارة عن جزيئات كبيرة ومعقدة ومكونة من سلاسل طويلة من وحدات فرعية أولية (subunits) تسمى الأحماض الأمينية، وأن هناك ٢٠ نوعًا من الأحماض الأمينية المختلفة فى البروتينات المختلفة، واختلاف تتابع هذه الأحماض الأمينية هو الذى يكوِّن البروتينات المختلفة.

وفى الجين ترمز كل ثلاث قواعد نيتروجينية إلى حمض أمينى معين، مثال على ذلك تتابع القواعد (AGT) يرمز إلى الحمض الأمينى المسمى

بالميثايونين، وتنتقل التعليمات الخاصة بتخليق البروتينات من الجينات الموجودة فى النواة عن طريق الحمض النووى الريبوزى الرسول (messenger ribonucliec acid, RNA, mRNA) وهو عبارة عن شريط مفرد يتكون كشريط مكمل للحمض النووى الديوكسى ريبوزى (DNA) فى النواة، وتعرف هذه العملية بعملية النسخ أو Transcription ثم يتحرك شريط mRNA إلى سيتوبلازم الخلية، ويعمل كقالب لاستنساخ البروتينات المطلوبة، ولقد أمكن فصل mRNA فى المعمل واستعماله كقالب لتكوين نسخة مكملة من الحمض الديوكسى ريبوزى (complementary DNA, cDNA) ثم يستخدم فى تحديد الجين المقابل فى خريطة الكروموسومات.

٦- ما هى الكروموسومات أو الصبغات أو الأجسام الملونة؟

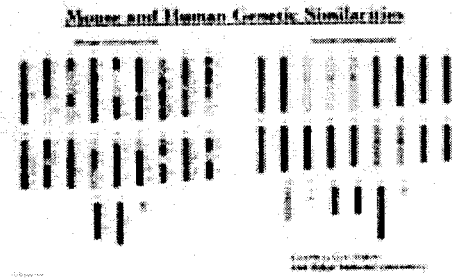


هى عبارة عن وحدات ميكروسكوبية موجودة فى نواة الخلية وتتراص الجينات طوليا عليها، وكما سبق أن قلنا تتكون من DNA والبروتينات، وخلية الإنسان تحتوى على مجموعتين من الكروموسومات (مجموعة مستمدة من الأم ومجموعة مستمدة من الأب) وكل مجموعة تتكون من ٢٣ كروموسومًا (٢٢ كروموسومًا عاديًا وكروموسوم محدد للجنس إما x وإما y) ويحتوى جسد الأنثى على (xx) بينما يحتوى جسد الذكر على (xy) ويمكن فحص الكروموسومات تحت الميكروسكوب الضوئى بعد صبغها بطريقة معينة، ولقد وجد أن كل كروموسوم مكون من تتابعات من الشرائط الفاتحة والغامقة (dark bands & LIGHT) ويمكن التعرف على الكروموسومات

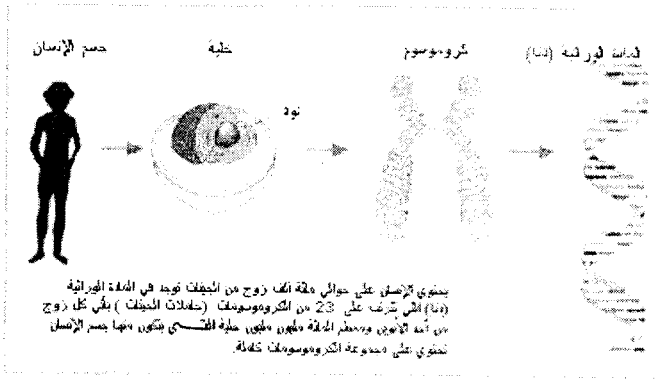
المختلفة عن طريق اختلاف الحجم ونموذج الشرائط (banding pattern) وتحدث الأمراض الوراثية عن طريق تغيرات إما فى الكروموسومات أو فى الجينات، وقليل من هذه الأمراض هو الذى يحدث فيه تغيرات شديدة فى الكروموسومات يمكن اكتشافها بالميكروسكوب الضوئى (مثل فقد أو اكتساب كروموسوم أو كسر جزء منه أو انتقال جزء من كروموسوم إلى آخر) ولكن معظم الأمراض الوراثية تحدث نتيجة لتغير طفيف فى الجينات. (ما يعرف بالطفرة Mutation).

بعد التعرف على المعلومات الأساسية المتعلقة بمجموعة العوامل الوراثية أو (human genome) يبقى أن نتعرف على:

٧-المشروع أو (human genome project):



وهو المشروع الذى بدأ فى أكتوبر ١٩٩٠ والمخطط له أن ينتهى في ٢٠٠٣، ويهدف هذا المشروع إلى اكتشاف كل جينات الإنسان (٨٠ ألفًا إلى ١٠٠ ألف) وجعلها مستهدفة بدراسات أخرى جديدة، وأيضًا يهدف إلى اكتشاف وتحديد التتابع الكامل لكل الـ ٣ بلايين زوج من القواعد النيتروجينية، ولقد سمى العلماء القرن الحادى والعشرين بالقرن البيولوجى لما لهذا الاكتشاف من أهمية.



يحتوي الإنسان على حوالي مائة ألف زوج من الجينات توجد في المادة الوراثية (دنا) التي تترتب على 23 من الكروموسومات (حاملات الجينات) وفي كل زوج من أزواج الإنسان وبعظم الخلايا ماعدا خلية الجنس التي يتكون منها جسم الإنسان تحتوي على مجموعة الكروموسومات كاملة.

لقد قرر العلماء أن يعملوا جاهدين على الحصول على خريطة تفصيلية دقيقة جدًّا لتتابع القواعد النيتروجينية وألا يتجاوز احتمال الخطأ أكثر من قاعدة واحدة كل ١٠ آلاف قاعدة، ولقد توقع العلماء أن تحديد هذه الخريطة مهم جدًّا لفهم بيولوجية الإنسان وأيضًا لاستخدامها فى أشياء أخرى كثيرة.

وقد طور العلماء أهدافهم المرحلية فى وقت لاحق وأضافوا هدفًا جديدًا وهو التعرف على الاختلافات الفردية فى Genome بين شخص وآخر، وقد اكتشفوا أنه رغم أن أكثر من ٩٩٪ من DNA فى الإنسان وتتابعاته متشابهة فى كل البشر فإن التغيرات الفردية قد تؤثر بشدة على استجابة الفرد للمرحلة والمؤثرات البيئية الضارة مثل البكتريا والفيروسات والسموم والكيماويات والأدوية والعلاجات المختلفة.

وطور العلماء العاملون في المشروع وسائلهم لاكتشاف هذه الاختلافات وأكثر هذه الاختلافات شيوعًا هى (Single Nucleotide Polymorphisms) (SNPs) التى تتكرر مرة واحدة كل ١٠٠ إلى ٣٠٠ قاعدة نيتروجينية، ويعتقد العلماء أن رسم خريطة ستساعدهم على التعرف على الجينات المختصة بالأمراض المختلفة مثل السرطان والسكر وأمراض الأوعية الدموية والأمراض العقلية، وللتعرف على وظائف الجينات المختلفة للإنسان يقوم

العلماء بمحاولة تحضير نسخ كاملة من الحمض النووى الديوكسي ريبوزي المكمل DNA. وكذلك دراسة تعبير الجين عن نفسه فى شكل صفات Gene expression وكيفية التحكم control gene فيه واستحداث الطفرات المختلفة التى تؤدى إلى فقد أو تغير الوظيفة فى الحيوانات، وتتم الدراسة المقارنة بدراسة المناطق المشابهة من DNA فى الأحياء المختلفة وليتمكن العلماء من ذلك فقد قاموا بتجهيز تتابع جينى كامل للبكتيريا المعروفة (E..coli) والفطر المعروف بـ saccharomyces cerecisaie وذبابة الفاكهة المعروفة بـ datosophila Melanogaster والطفيل المعروف بـ caenorhabditis elegans ويحاولون الآن تحضير التتابع الكامل لفأر التجارب، وبهذه الدراسة المقارنة يمكن للعلماء أن يصلوا إلى معلومات هامة عن التطور والعمليات الحيوية الكيمائية والوراثة والإيض metabolism والوظائف الفسيولوجية.

تأثير النشاط الرياضى على وظائف هرمون اللبتين (Leptin)

يمثل جسم الإنسان وحدة متكاملة ، يتحقق لها ثبات الوزن ، إذا تحقق التوازن بين مدخل ومخرج الطاقة ، وتمتد حدوث أى اختلال فى معدل الطاقة تكون النتيجة أن الوزن الطبيعى المعتاد إما أن يزيد أو ينقص ، ففى حالة الزيادة فى تناول الطعام عن الحد المناسب تحدث السمنة وهى مرتبطة بشكل مباشر بوزن الجسم ومكوناته .

وتعتمد البدانة على ثلاثة أشياء رئيسية: هي كمية الدهون المختزنة فى أنسجة الجسم ، وتوزيع هذه الدهون على مناطق الجسم ، وطبيعة النسيج الدهنى ودائما ما تكون النسبة الأكبر من الدهون فى منطقة البطن ، ويعتبر نشاط هرمون الليبتين Leptin Hormone مؤثرا فى تنظيم وزن الجسم ، ويعمل كمؤشر لحجم الكتلة الدهنية ، ويعكس أيضا حجم الطاقة المخزونة فى الجسم، كما يعمل اللبتين على تقليل الطاقة المأخوذة من خلال عمله على مراكز الشهية الموجودة (الهيبوثالامس) وزيادة الطاقة المفقودة من خلال زيادة

النشاط البدنى ، وزيادة معدل التمثيل الغذائى وفقد الطاقة ، وما يترتب عليها من عمليات تمثيل غذائى لإنتاج الطاقة اللازمة لإعادة النشاط البدنى .

ويمكن تعريف السمنة بأنها تراكم كميات زائدة من الدهون فى جسم الإنسان كما يؤدي الشحم الزائد إلى إعاقة حركة الإنسان ، وقد تؤدى السمنة إلى تهيئة الإنسان إلى الإصابة ببعض الأمراض مثل الذبحة الصدرية وتصلب الشرايين وارتفاع ضغط الدم وتآكل المفاصل لفرط الوزن .

وللنشاط الرياضى أهميته فى المحافظة على شكل الجسم ، ويساعد على التخلص من الوزن الزائد ، ويجنب الفرد أخطار السمنة الزائدة ، ولا يقف تأثير النشاط الرياضى عند حد رفع كفاءة الأجهزة الحيوية للجسم ، بل يتعدى ذلك إلى تنمية القدرات البدنية والعضلية والفسيولوجية ، وأيضا يساعد على الاستقرار النفسى للفرد ، حيث يساعده على استعادة الشكل الأفضل للقوام وتخليصه من الدهون الزائدة ، وبالتالى يجنبه أخطار الوزن الزائد والسمنة المفرطة.

وأصبح من الأهمية أن يتفهم العاملون فى المجال الرياضى التغيرات والاستجابات الوظيفية والكيميائية التي تحدث داخل أجسامنا ، وأن ممارسة النشاط الرياضى المنتظم يعتبر من أهم وسائل تنمية القدرات الوظيفية والنهوض بالحالة الصحية من خلال العديد من المتغيرات مثل المحافظة على الوزن المثالى ، وتحسين شكل دهنيات الدم وزيادة كفاءة أجهزة الجسم مثل الجهاز الدورى والتنفسى .

دراسة هلزك Haluzik (١٩٩٨) استهدفت التعرف على الفروق فى تركيز هرمون اللبتين فى مصل الدم لدى لاعبى الراكبى والأفراد الأصحاء غير الرياضيين ، وعلاقته ببعض القياسات الجسمية والمتغيرات البيوكيمائية ،

وذلك على عينة (١٠) أفراد أصحاء غير رياضيين ، (١٠) لاعبى الراكبى ، وقد أوضحت النتائج انخفاض تركيز هرمون اللبتين بدلالة إحصائية لدى لاعبى الراكبى مقارنة بالأفراد الأصحاء غير الرياضيين ، ووجود علاقة ارتباطية طردية بين نسبة الدهن والدهنيات منخفضة الكثافة ، وتركيز اللبتين، مما يشير إلى أن الانتظام فى الأنشطة الرياضية تؤثر إيجابيا فى متغيرات البحث .

دراسة الفونس Alfonso (١٩٩٨) والتى استهدفت التعرف على العلاقة بين ممارسة الأنشطة الرياضية ، ومستوى تركيز اللبتين فى مصل الدم ، على عينة من لاعبى الميدان والمضمار بعد الانتهاء من جرى الماراثون ، وقد أوضحت النتائج انخفاضا فى تركيز اللبتين نتيجة لفقد كمية كبيرة من الماء عن طريق العرق.

أثبتت الدراسة التي قام بها كل من جفرى ورونالد (Jeffrey M- Ronald M) ٢٠٠٤م على توائم من الأطفال بأن السمنة Heritable والجينات يلعبان دورا مهما على حجم الجسم وقد اكتشف الباحثون بعض هذه الجينات ولما لها من تأثير على الأكل وهى تعطى أيضا شكل الجسم.

ومن هذه الجينات جين Leptin وهو هرمون ينتج الخلايا الدهنية بالجسم ويتبع هذا الجين دائرة الخلايا العصبية فى الدماغ والذى يسيطر على استهلاك الطاقة والأكل.

وأظهرت الدراسة أيضا أنه عندما يفقد الفرد وزنا يصاحبه انخفاض فى مستوى Leptin وبالتالى يأمر الجين الجسم بالغذاء أكثر من الأول ولذلك فإن الحمية (الرجيم) فى النهاية فاشلة.

ويقول الباحثون: إن السمنة الأكثر من اللازم هى الخطوة الأولى فى طريق مرض السكر حيث يشجع الدهن العضلة لرفض الجلوكوز كمصدر للطاقة

مع زيادة السكر فى الدم مع إنتاج الأنسولين من قبل البنكرياس وبمرور الوقت يجهد البنكرياس ولا يستطيع التخلص من السكر وبذلك يرتفع السكر فى الدم ويصاب الشخص بمرض السكر ، كما يحسن التمرين الحالة لأنه يثير الخلايا العضلية لإفراز الجلوكوز وبذلك يخفض السكر فى الدم. ويقول الباحثون: إن التمرين مع خفض الوزن يؤثران على دهون العضلات ويجعل الصحة فى حالة جيدة وزيادة الوزن مع قلة الحركة والتدريب يعجل بالمرض.

قام الباحثون ريسلاند وأندرسون وسوليفول (Reseland. G – Anderssen. S Solvoll. K) ٢٠٠١م بدراسة تأثير التغيرات الطويلة الأجل على كل من الحمية والتمرين وبلازما Leptin ، واشتملت العينة على ١٨٦ رجلا قسمت إلى أربع مجموعات استخدمت المجموعة الأولى الحمية (الرجيم) والثانية التمرينات الرياضية والثالثة استخدمت الحمية والتمرينات والمجموعة الرابعة كانت ضابطة قياسية.

ووضع مشرف للتغذية لجميع المشاركين وكان التمرين ثلاثة أيام بالأسبوع ولمدة ٦٠ دقيقة طوال سنة كاملة.

وأظهرت النتائج أن المجموعة الخاصة بالتمرين والحمية وجود إنقاص فى الوزن ونشاط طبيعى متزايد وانخفاض فى بلازما Leptin ونتيجة هذه التغييرات حدث تغير فى الكتلة السمينة.

كشفت الدراسة التى قام بها كل من دورستين و دروتزكى وبرتولى (Durstine L.G - Drowatzky R.W - Bartoli B.W) بالولايات المتحدة الأمريكية ٢٠٠١م حول هرمون السمنة (Leptin) المكتشف حديثا أن هذا الهرمون يلعب دورا أساسيا فى ميزان الطاقة وصيانة وزن الجسم، وأن لهذا الهرمون أيضا تأثيرًا على عدة أنظمة فسيولوجية ووظيفية بالإضافة إلى أنه

يشترك فى النمو والتطوير.

كما أظهرت الدراسة أن التدريب الرياضى له تأثير على تركيز هرمون (Leptin) ووظيفته بصفة عامة حيث يوجد هذا الهرمون بالنسيج الدهنى بالجسم وهو عامل مؤثر بالمستقبلات فى(hypothalamus) (٤٩).

قام فريق من جامعة هارفارد فى بوسطن ٢٠٠٠م بدراسة حول تأثير التمرينات الهوائية على تركيز هرمونLeptin وكانت العينة على ٢٦٨ رجل تتراوح أعمارهم من ٤٧ - ٨٣ سنة وكلهم بصحة جيدة ولا يوجد أمراض مثل أمراض القلب والسكر.

وأظهرت الدراسة أن الرجال الممارسين للتمرينات الهوائية أقل فى كمية الدهون ومستويات قليلة من هرمون Leptin فى الدم. والرجال ذو المستويات العالية من هرمون Leptin مارسوا تمرينات أقل وأكلوا بمستويات عالية من الدهون والكولوستيرول المشبع كما وجدوا أن الرجال ذوى الوزن الزائد كانوا يبدون ميلا كبيرا نحو مرض السكر (فى المراحل المبكرة).

قام باحثون كنديون بدراسة التأثيرات المستقلة للتمرينات الهوائية وإنقاص الوزن (الحمية) على مستويات هرمون Leptin والنسيج الدهنى ، وبلغت عينة الدراسة ٥٢ رجلا ذوى الوزن الزائد قسموا إلى قسمين المجموعة الأولى قامت بأداء التمرينات الهوائية مع حمية غذائية . والمجموعة الثانية قامت بأداء التمرينات الهوائية فقط بدون حمية غذائية اختيرت العينة بشكل عشوائى ومروا جميعا ببرنامج تدريبى هوائى لمدة ١٢ أسبوعا.

وأظهرت نتائج الدراسة أن الحمية الغذائية مع التمرينات الهوائية لهما تأثير على إنقاص مستويات بلازما Leptin ولكن التمرينات الهوائية بدون حمية غذائية (الرجيم) ليس لها تأثير كبير على مستويات هرمون Leptin وأكدت

الدراسة أن انخفاض النسيج الدهنى كان المفتاح لانخفاض مستويات هرمون Leptin.

ذكرت المجلة الأمريكية للتغذية السريرية ٢٠٠١ أن الحمية الغذائية والممارسة الرياضية الصحية يمكن أن تخفض من مستويات هرمون السمنة Leptin كما أنه مشترك فى التأثير على الشهية للطعام عن طريق إرسال إشارات إلى الدماغ لتخفيض الشهية أو السيطرة عليها ، كما وجد الباحثون أن ممارسة حمية غذائية وتمرينات هوائية بطريقة صحيحة أدى إلى تخفيف الوزن وإنقاص مستويات هرمون السمنة Leptin، كما أظهرت الدراسة أن الحمية الغذائية والتمرينات الهوائية طويلة المدى لها تأثيرات مباشرة على تركيز بلازما Leptin مع تغيير فى الكتلة السمينة فى الجسم.

وقد علق الدكتور Mercola وقال: إن الأنسولين و Leptin من الهرمونات التى نحتاج إليها فمرض السكر يحتاج إلى الأنسولين لإنقاص السكر بالدم والبدناء يحتاجون إلى Leptin لإنقاص مستويات الدهن بالجسم ، ولكن إذا زادت عن الكمية المحددة تتسبب فى تعقيدات وكارثة صحية.

أجرى من قبل العلماء في كلية ميشيغان الطبية ٢٠٠١م دراسة حول السمنة وLeptin وجلطات الدم وقد أشارت الدراسة بأن هرمون Leptin قد يكون مسئولا عن جلطات الدم لدى الأشخاص ذوى الوزن الزائد، وقالت مجلة الجمعية الطبية الأمريكية إن مستوى هرمون Leptin عندما يكون مرتفعا فى الدم يشير إلى الدماغ للتوقف عن الأكل كما يصدر اللبتين إشارات إلى خلايا السمنة لتنظيم وزن الجسم بقمع الشهية إلى الأكل ، كما أن الأشخاص ذوى الأوزان الزائدة لديهم خلايا سمينة منتجة للـ Leptin أكبر وأكثر من الأشخاص ذى النحافة وعندما يصل مستوى Leptin إلى درجة عالية جدا لدى الأشخاص البدناء يصبحون مقاومين إلى إشارة Leptin وتجعلهم عرضه

لجلطات الدم ، وقد حذرت الدراسة من زيادة الوزن ووجود السمنة المفرطة حيث يكون أصحابها عرضه أكيدة لجلطات الدم وأمراض القلب والشرايين.

كما تمكن علماء استراليون من التعرف على جين جديد مسئول عن السيطرة على شهية الإنسان للطعام ، ويقول الخبراء: إن هذا الاكتشاف قد يؤدى إلى تطوير عقاقير جديدة تعتمد على الجينات لمعالجة البدانة والسكرى، وتم الاكتشاف الجديد على يدى بروفيسور الأحياء المجهرية فى جامعة ديكين فى ملبورن باستراليا جريج كولينز، أثناء بحوث كان يجريها على مرض السكرى باستخدام الجرذان الصحراوية وقد أطلق كولينز اسم بيكون على الجين الجديد الذى يحفز الشهية للطعام ويعتبر هذا الجين الذي كشف عنه النقاب فى مؤتمر عقدته يوم الثلاثاء الماضى الجمعية الأوروبية لدراسة السكرى ثالث مادة لها علاقة بالسيطرة على البدانة بعد مادتى اللبتين وبروتين إن بى واى، لكن وبفضل مماثلة الجين البشرى لجين الجرذان بشكل تام، فإن مسألة تطوير العقاقير اللازمة للسيطرة عليه لن تستغرق وقتا طويلا فنتائج البحوث الدوائية، التى تعتمد على الحيوانات المختبرية، ستكون فى هذه الحالة واردة بالنسبة للبشر مما يسرع من عملية تطوير العقاقير هذا وستنشر مجلة ديابيتيز - السكرى - تفاصيل الجين الجديد، الذى يقع على الكروموسوم رقم ١٩ (معلوم أن عدد الكروموسومات فى الخلية البشرية يبلغ ٢٣ زوجا).

فى إطار البحث عن علاج جديد للسمنة ولداء السكرى أعلن الباحثون فى الولايات المتحدة عن نجاحهم فى اكتشاف مركب بروتينى يساعد في تثبيط الشهية وخاصة عند الأشخاص البدناء. وأوضح الباحثون فى جامعة هارفارد الأمريكية أن هذا البروتين يقلل مقاومة الجسم لهرمون «لبتين» الذي يثبط الشهية حيث يعانى معظم الأشخاص البدناء من مقاومة كبيرة له. وقد جذب هذا الهرمون انتباه العلماء منذ أوائل التسعينيات كعلاج شاف للبدانة عندما أظهرت الدراسات أن هذا الهرمون يساعد على النحافة، ومع ذلك وجد

الباحثون أن الأشخاص البدناء الذين تناولوا اللبتين لم يستفيدوا من نشاطه المنظم للشهية بسبب عدم قدرة أجسامهم على معالجته. ولكن يبدو أن اكتشاف البروتين الجديد الذي سمى« بى تى بى ١ » الذى يعمل على إعاقة عملية إصدار الإشارات الخلوية المنظمة لإنتاج هرمون اللبتين فى الجسم ساعد فى تنظيم هرمون الأنسولين والوقاية من مرض السكري. وقال الباحثون إن بالإمكان تطوير عقار دوائى يكون علاجا مثاليا للبدانة والسكر.

كما تشير إحدى الدراسات المشتركة بين السويسريين والألمان والأمريكيين أن الأخطاء الجينية قد تؤدى إلى عدم الانتظام فى تناول الطعام. وبحسب الدكتور فريتز هوربر الذى أشرف على الدراسة فى مستشفي هرسلاندين بسويسرا، فإن الإرادة ليست ضرورية دائما لإنقاص الوزن، حيث إن بعض الأشخاص يمتلكون الإرادة والبعض الآخر لا يمتلكها. وقد حاول الباحثون فى الدراسة الأخيرة فهم الأسباب الكامنة وراء السمنة أو البدانة السائدة، والتى ترفع من مخاطر الإصابة بأمراض القلب ، ووفقا لإحصاءات حكومية، فإن نسبة البدانة عند البالغين فى الولايات المتحدة تبلغ ٣٠ فى المائة، ويعزى السبب فى ذلك إلى ارتفاع نسبة السعرات الحرارية فى الطعام أو أسلوب الحياة السائد.

وفى الدراسة التى نشرت فى مجلة نيو إنجلاند الطبية، ركز الباحثون على ربط جين معين بالبدانة يعرف بميلانكورتين، وهذا الجين يصنع البروتين الذى يتحكم فى شهية الإنسان، فإذا قام هذا الجين بإفراز -ولو عدد قليل إضافى من- البروتينات يشعر المرء بالجوع.

وفى دراسة أخرى نشرت فى نفس المجلة، قام فريق بريطانى بتسجيل وجود تحول الجين نفسه عند ٥ فى المائة من ٥٠٠ طفل مصابين بالبدانة.

وتفيد الدراسة بأن ضعف الجينات، وليس ضعف العزيمة، هى التي تقف وراء ظاهرة الشراهة فى الأكل، وأشارت إلى عقار مستقبلى قد يحمل سر الحد من الشهية.

وحاول الباحثون منذ فترة ليست بالقصيرة، معرفة المسببات التى تقف وراء انتشار البدانة بين شعوب العالم خلال العقود القليلة الماضية ،وتسبب البدانة العديد من الأمراض الشائعة مثل أمراض القلب وداء السكرى بجانب عدد آخر من الأمراض ، ويعانى حوالى ٣٠ فى المائة من البالغين فى الولايات المتحدة من ظاهرة السمنة، أى بارتفاع قدره ١٤ فى المائة خلال ال٢٥ سنة الماضية، ووفقا لما نقلته الأسوشيتد برس عن بيانات حكومية ،وعزيت الظاهرة إلى تغيير السلوكيات الغذائية ونمط الحياة المعيشية ، وركزت الدراسة التي نشرت الخميس فى مجلة «نيوإنجلاند الطبية» على جين يدعى «ميلانوكورتين ٤» (melanocortin4) والمسئول عن إفراز بروتين يساعد على التحكم فى الشهية فى مخ الإنسان ، ويحفز إنتاج المخ لكمية ضئيلة من البروتين الإحساس الدائم بالجوع ، ويرى بعض العلماء أن إنتاج عقار يحوى بروتين «ميلانوكورتين ٤» (melanocortin4) للتعويض عن الخلل الجينى، قد يؤدى إلى وقف ظاهرة الشراهة وتقليص أعداد بدناء العالم.

★ تدريب اللياقة اللاهوائية:

هناك ثلاثة مستويات أساسية لتدريب نظم الطاقة اللاهوائية ويمكن تقسيمها كما يلى:

- تدريب القدرة Power Training
- تدريب إنتاج اللاكتات Lactate Production Training.
- تدريب تحمل اللاكتات Lactate Tolerance Training.

★ **تدريب القدرة** Power Training

يعتبر نظام الفوسفاتى ATP-PC هو النظام الأساسى الذى تعتمد عليه الأنشطة الرياضية التى تتطلب عنصر السرعة أو القوة المميزة بالسرعة مثل العدو ورفع الأثقال ، وهذه الأنشطة أيضا تتميز بصفة القدرة وهي القوة المميزة بالسرعة ، لذا فإن طبيعة التمرينات الخاصة بتنمية القدرة تتميز بقصر فترة الأداء ما بين ٥-١٠ ثانية ، وبالشدة القصوى وفترات الراحة الطويلة ٢-٣ دقائق لإعطاء الوقت الكافى لاستعادة استشفاء المكونات الفوسفاتية وتجنب إنتاج الطاقة اللاهوائى وتراكم حامض اللاكتيك (زيتسيورسكى ١٩٨٠) مع العلم بأن هذه التمرينات المستخدمة لتنمية الإمكانات اللاهوائية الفوسفاتية لا تؤدى إلى استهلاك أكثر من ٥٠-٦٠٪ من مخزون العضلة من المركبات الفوسفاتية.

عند استخدام تمرينات تنمية الإمكانات اللاهوائية يجب مراعاة أن تكون فترة الراحة كافية لتسديد جزء كبير من الدين الأكسجين ، أى كمية الأكسجين التى تحتاج إليها العضلات لبناء المركبات الفوسفاتية التى استهلكت أثناء الأداء؛ ولذلك يفضل أن يتم تنفيذ التمرين فى شكل مجموعات تحتوى كل مجموعة على ٣-٤ تكرارات مع إعطاء فترة راحة طويلة بين المجموعات (٥-٧ دقائق) حيث تساعد فترة الراحة على استعادة مكونات الطاقة الفوسفاتية ولا تضطر العضلة للعمل بنظام طاقة آخر ، وهو نظام حامض اللاكتيك وبدلا من أن يكون الهدف هو تنمية السرعة نجد أن الهدف تحول إلى تنمية تحمل السرعة.

★ **تدريب إنتاج اللاكتات:** Lactate Production Training

يعتبر الهدف الرئيسى لتدريب إنتاج اللاكتات هو دفع المتسابق لأداء تدريبات عالية الشدة تستثير الجلكزة اللاهوائية إلى أعلى مستوى لها ، وبطبيعة الحال ينتج عنه زيادة فى إنتاج اللاكتات نتيجة التمثيل الغذائى الجليكوجين فى غياب الأكسجين ، وبالطبع فإن شدة الأداء تكون عالية ، وهذا النوع من الأداء هو الأقل من القدرة بدرجة بسيطة وفى نفس الوقت لا يتطلب قدرا من التحمل ، لأن الهدف الرئيسى هنا هو تدريب المتسابق على زيادة سرعة الأداء . ولذلك ينعكس هنا هدف التدريب عن تدريبات تحمل اللاكتات فإذا كان هدف تدريبات تحمل اللاكتات هو تقليل معدل تجمع اللاكتات فى العضلة ، فإن هدف تدريبات إنتاج اللاكتات عكس ذلك، وهو زيادة إنتاج اللاكتات بالعضلة ، وتحتاج كثير من الأنشطة اللاهوائية إلى هذا النوع من التدريب مثل سباق ٥٠ مترا سباحة و ٤٠٠ متر عدوا ، فإن طبيعة الأداء هنا تتطلب أقصى سرعة لمدة أطول نسبيا من تمرينات القدرة ، وهذا يعنى الحاجة إلى مزيد من الاعتماد على الجلكزة اللاهوائية ، وهنا أيضا يختلف تدريب إنتاج اللاكتات عن تحمل اللاكتات حيث يهدف تدريب تحمل اللاكتات إلى تحسين عمل المنظمات الحيوية لكى تخلص العضلة والدم من زيادة تراكم اللاكتات ، وهذا لا يحدث فى تدريب إنتاج اللاكتات ، حيث إن فترة استمرارية الأداء التى عادة ما تكون من ٤٠ - ٥٠ ثانية لا تصل إلى الحد الذى يسمح بزيادة اللاكتات فى الدم بنسبة كبيرة.

★ **تدريب تحمل اللاكتات:** Lactate Tolerance Training

تهدف تنمية تحمل اللاكتات إلى تنمية قدرة العضلة على تحمل الأداء العضلى الناتج عن نظام الطاقة اللاهوائى بنظام حامض اللاكتيك أى تحمل السرعة ، وعند تصميم التمرينات فى هذه الحالة يجب ملاحظة أن أقصى شدة لتكوين حامض اللاكتيك تحدث بعد ١٥ - ٤٥ ثانية بعد بداية العمل العضلى

المرتفع الشدة وعند زيادة حامض اللاكتيك فى العضلة إلى الحد الأقصى لا يستطيع الفرد الاستمرار فى الأداء لفترة طويلة ، غير أن التدريب يحسن هذه الكفاءة ويستطيع الرياضى الاستمرار بالرغم من زيادة حامض اللاكتيك ، وبالرغم من الإحساس بالتعب لفترة أطول ، وقد اتضح أن الفرد العادى غير الرياضى يستطيع الاستمرار فى الأداء حتى (٢) دقيقة ،بينما يتميز الرياضيون فى الأنشطة التى تتطلب صفة تحمل السرعة والتى تستمر مدة ٢-٥ دقائق يتميزون بالقدرة على الأداء لفترة ٣-٤ دقائق ، ويلاحظ أن الحد الأقصى لتراكم اللاكتيك يظهر عند أداء الأحمال البدنية القصوى لفترة قصيرة خلال ١-٤ دقائق ويقل الحد الأقصى لتراكم حامض اللاكتيك مع زيادة فترة الأداء.

عندما يهدف التمرين إلى تنمية المقدرة القصوى يكون زمن استمرار التمرين من ٣٠-٤٥ ثانية حتى ٦٠-٩٠ ثانية ، وعندما يكون الهدف هو تنمية سعة تحمل اللاكتيك يستمر زمن الأداء ٢-٤ دقائق إلى ٥-٧ دقائق.

يؤدى تكرار التمرين إلى زيادة تركيز حامض اللاكتيك ، ولذلك فعند استخدام تمرين لفترة دقيقة مع إعطاء راحة لفترة ٤ دقائق يمكن أن يصل حامض اللاكتيك إلى أقصى تركيز له بعد التكرار الخامس للتمرين ، ويلاحظ أن شدة الحمل لها تأثيرها فى استهلاك الجليكوجين ، ففى حالة استخدام شدات منخفضة ولفترة طويلة يستهلك جليكوجين العضلة فى الألياف البطيئة ، أما فى حالة استخدام شدات عالية ولفترات أداء قليلة (حوالى دقيقة) يستهلك جليكوجين الألياف السريعة ، ويجب استخدام تمرينات قصيرة الدوام لتنمية الإمكانات اللاهوائية اللاكتيكية من ٣٠-٦٠ ثانية إلا أن ذلك يتطلب زيادة عدد تكرارات التمرين فى المجموعة بحيث يكون الزمن الكلى للأداء فى حدود ٣-٤ إلى ٥-٦ دقائق وتكون الراحة بين تكرارات التمرينات التى تستمر ١٠- ١٥ ثانية فى حدود ٣٠ ثانية وفى حالة التمرينات التى تستمر ٢٠- ٣٠ ثانية تكون الراحة ٦٠ ثانية.

★ **التعب العضلى الموضعى** Local Muscular Fatigue

من المعروف أن مشكلة التعب العضلى من المشكلات المعقدة والتي ترتبط بكل من الجهاز العصبى والجهاز العضلى ، وبالنسبة للعضلة فإن التعب عادة يرتبط بكل من الاتصال العصبى العضلى الألياف والآليات الانقباضية بالعضلة.

١ - التعب فى مناطق الاتصال العصبى:

يرتبط هذا النوع من التعب بالألياف السريعة مقارنة بالألياف البطيئة ، ويرجع السبب فى ذلك إلى نقص الناقل العصبى الكيميائى الأستيل كولين Acetylcholine.

٢-التعب فى الألياف الانقباضية:

هناك كثير من العوامل المرتبطة بتعب الآليات الانقباضية منها ما يلى:

أ- تجمع حامض اللاكتيك ،تنتج الألياف السريعة حامض اللاكتيك أكثر من الألياف البطيئة وتعتبر هذه الخاصية فى زيادة إنتاجية اللاكتيك أحد العوامل المكونة لسعة الأداء اللاهوائية ، ولذا يدرب اللاعب على أداء أحمال بدنية ذات شدة عالية تؤدى إلى تكسير الجليكوجين فى غياب الأكسجين ويزداد تراكم حامض اللاكتيك نتيجة لذلك ، كلما زادت نسبة اللاكتيك فى الألياف السريعة عنه فى الألياف البطيئة يقل مستوى الأداء الأقصى لقوة الانقباض العضلى ، كما يفسر ذلك أيضا زيادة قابلية الألياف السريعة للتعب.

ب- استنفاد مخزون ATP-PC لا يرتبط التعب الموضعى للعضلة بشكل كبير باستنفاد مخزون ATP وPC بالعضلة ، حيث يكون المستهلَك قليلا جدا ويتم تعويضه بسرعة خلال دقائق قليلة.

ج- استنفاذ مخزون الجليكوجين للعضلة عند أداء العمل العضلى الطويل

لفترة من ٣٠ دقيقة إلى ٤ ساعات ، حيث يستنفذ الجليكوجين تماما من الألياف البطيئة بصفة خاصة ، وهذا يعد سببا للتعب العضلى ، بالرغم من مساعدة جلوكوز الكبد والأحماض الدهنية للعمل كوقود إلا أن دوريهما لا يستطيع أن يغطى الطاقة الناتجة عن جليكوجين العضلة.

د- عوامل أخرى: هناك عوامل أخرى تكون سببا فى حدوث التعب فى العضلة مثل نقص الأكسجين وعدم كفاية سريان الدم.

★ دور الجهاز العصبى المركزى فى التعب:

يؤدى الاضطراب الحادث فى العضلة نتيجة التعب الموضعى إلى إرسال المخ إشارات عصبية لتبثيط الجهاز الحركى مما يؤدى إلى انخفاض العمل العضلى ، وتؤدى الراحة الإيجابية بين تكرارات أداء العضلة مرتفع الشدة إلى استشفاء العضلة الهيكلية بشكل أسرع نتيجة تخفيف الضغط على الجهاز العصبى المركزى.

★ استشفاء مصادر الطاقة:

إن العمل العضلى يتطلب توليد الطاقة التي تتطلب بدورها زيادة عمليات الهدم خلال التمثيل الغذائي لمصادر الطاقة مما يسبب التعب ، ولذلك فإن الرياضى ما لم يخلص من التعب أولا بأول سوف يتراكم هذا التعب ويصبح تعبا مزمنا أو يؤدى إلى ظاهرة التدريب الزائد؛ ولذلك فإن فهم كيفية تعويض مصادر الطاقة يساعد المدرب على حسن تشكيل وتوزيع الأحمال التدريبية بما يتيح الفرصة لتقنين فترات الراحة المناسبة لتعويض مصادر الطاقة والتخلص من المخلفات.

★ التغيرات الناتجة عن الجهد البدني لدى لاعبى المسافات القصيرة والمتوسطة:

نتيجة للجهد البدني تحدث بعض التغيرات المرتبطة بعمليات التمثيل الغذائي لتوليد الطاقة ويمكن تلخيصها فيما يلي:

- نقص مخزون الفوسفوكرياتين والأدنيوسين تراى فوسفات.

- زيادة تراكم حامض اللاكتيك.

- نقص مخزون الجليكوجين.

- نقص مخزون أكسجين الجسم.

- نقص الماء وإن كان تعويضها لا يتم خلال فترة الاستشفاء.

وبطبيعة الأمر يقوم الجسم أثناء الاستشفاء والبناء على مبدأ الاستقرار التجانسى بتعويض مصادر الطاقة المستفيدة والتخلص من حامض اللاكتيك وتعويض الأكسجين الناقص، وبالطبع يلعب الأكسجين دورا هاما فى هذه العمليات لتسديد الدين الأكسجينى الناتج عن العجز الأكسجينى أثناء العمل اللاهوائي، ولذلك يزيد استهلاك الأكسجين أثناء فترة الغذاء ويزيد معدل التمثيل الغذائى ولكن فى اتجاه البناء عكس ما كان أثناء الجهد البدنى ، وهذا يؤكد على أن الاهتمام بالاستشفاء قد يكون أكثر أهمية من الاهتمام بالتدريب ذاته.

★ تعويض مخزون الفوسفات:

يعتبر تعويض الفوسفات ATP-PC أسرع مصادر الطاقة من حيث زمن التعويض ، حيث يتم تعويضه خلال فترة قصيرة تقدر بحوالى ٣-٥ دقائق ، وتكون عمليات التعويض فى قمة سرعتها خلال الجزء الأول من هذه الفترة ، حيث يتم تعويض حوالى ٧٠٪ من الفوسفات خلال أول ٣٠ ثانية ، ويرجع

سبب هذه السرعة إلى عدم الحاجة إلى الأكسجين خلال هذا الجزء ، بينما يعتمد على الأكسجين لتعويض الجزء المتبقى فى الوقت الذى يقوم فيه الأكسجين بمهام أخرى فى الجسم مثل: تعويض مخزون الجسم من الأكسجين وتلبية حاجة عضلة القلب وعضلات التنفس. وهذا الجزء من الأكسجين المستخدم لإعادة بناء الفوسفات Fox et al. 1993 مصطلح استشفاء المكونات السريعة Fast Component of Recovery بعد أن كان يسمى الدين الأكسجينى بدون اللاكتيك ، وكلما زاد استنفاد الفوسفات ، زاد استهلاك الأكسجين خلال الاستشفاء ، ولذلك يزيد مقدار مخزون الجسم الفوسفاتى نتيجة التكيف للتدريب اللاهوائى وبالتالى يستطيع الرياضى توليد كمية أكبر من الطاقة اللاهوائية السريعة تمكنه من أداء شغل أكثر وتحسين مستوى الأداء السريع ، وبالتالى يقوم بتعويض كمية أكبر من الفوسفات ، ويحتاج لذلك لكمية أكبر من الأكسجين تصل إلى ٦ لترات فى الوقت الذى لا يزيد أكسجين استشفاء المكونات السريعة لدى غير المدربين عن ٢-٣ لترات.

★ التخلص من زيادة حامض اللاكتيك:

نتيجة لعمليات الجلكزة اللاهوائية وعدم كفاية الأكسجين يتجمع حامض اللاكتيك فى الخلية ويؤثر على الوسط الكيميائى لها فى اتجاه الحمضية مما يثبط نشاط الإنزيمات ويظهر التعب ، وتكفى فترة ساعة واحدة بعد التدريب للتخلص من معظم حامض اللاكتيك ، وتشارك فى عملية التخلص من اللاكتيك وسائل كثيرة تشمل:

- نشاط المنظمات الحيوية للتعامل مع أى هيدروجين زائد فى الدم.

- أكسدة حامض اللاكتيك بعد تحويله إلى حامض بيروفيك ودخوله دورة كربس وسلسلة النقل الإلكترونى.

- خروج حامض اللاكتيك مع البول والعرق.

- تحويل حامض اللاكتيك إلى جليكوجين فى الكبد.

- توزيع حامض اللاكتيك على العضلات الأخرى.

- تحويل كمية قليلة جدا من حامض اللاكتيك إلى بروتين وخاصة فى بداية الاستشفاء.

أزمنة الاستشفاء بعد التدريبات

عمليات الاستشفاء	فترة إعادة الاستشفاء	
	الحد الأدنى	الحد الأقصى
مخزون الفوسفات (PC ATP-)الدين الأكسجينى	٢ دقيقة	٥ دقيقة
بدون اللاكتيك (المكونات السريعة)	٣ دقيقة	٦ دقائق
تعويض جليكوجين	١٠ ساعات النشاط المستمر	٤٦ ساعة
تعويض من حامض اللاكتيك في الدم والعضلة	غير معروف	١٢- ٢٤ ساعة
الدين الأكسجينى اللاكتيكى المكونات البطيئة	٣٠ دقيقة	١ ساعة

★ **الكرياتين** CREATINE

انتشرت خلال الدورة الأولمبية ببرشلونة ١٩٩٢ إشاعة عن تناول كثير من الرياضيين البريطانيين الفائزين فى مسابقات ألعاب القوى وخاصة العدو والجرى أمثال كرستى وجونيل لمادة جديدة وقانونية وهى الكرياتين ، وشهد العامان الأخيران (١٩٩٥ - ١٩٩٧) اهتماما خاصا بالكرياتين من جهة الباحثين بهدف المزيد من البحث والدراسة ، ومن جهة التسويق بهدف انتشار استخدامه بين الرياضيين ، بالرغم من ارتفاع سعر هذه المنتجات ، إلا كثيرا من الرياضيين يستخدمها بحماس بناء على الدور الذى يلعبه الكرياتين فإن

زيادة كرياتين العضلة قد يؤدى إلى تحسين الأداء الرياضى ، وقد أصبحت هذه القضية هى شغل الدراسات العلمية لأكثر من السنوات الأربع الماضية بهدف اختبار صدق هذا الفرض ، ويركز الباحثون أساسا على أن استخدام الكرياتين لا يجب أن يكون بشكل عام وشائع دون التقنين والتحديد الدقيق ، فكثير من الرياضيين لا يعرفون كيفية التناول من ناحية الجرعات أو نظام تناولها ، أو إذا كان الكرياتين مفيدًا لنوعية تخصصهم الرياضى أم لا .

دور الكرياتين خلال التمثيل الغذائى أثناء التدريب:

١ - يعمل الكرياتين على سرعة إعادة بناء ATP خلال أداء الأنشطة البدنية التى تعتمد على نظام قدرة الطاقة اللاهوائية اللاكتيكى A lactic-anaerobic Power System.

٢ - يعمل كمنظم حيوى Buffer داخل الخلية للتخلص من أيونات الهيدروجين الناتجة عن النظام اللاهوائى اللاكتيك Lactic- anaerobic Power System.

٣- يقوم بنقل ATP الذى تم تكوينه داخل الميتوكوندريا بالنظام الهوائى إلى خارجها فى الليفة العضلية.

مرفق الإنزيم كيو ١٠ Co Enzyme Q 10

هو يعتبر جزءا من سلسلة مركبة من التفاعلات التى تحدث في الميتوكوندريا وهى الأجسام الصغيرة بالخلايا والتى تتوالد الطاقة اللاهوائية بداخلها ATP وهو يعتبر مادة غذائية هامة لوظائف كل خلية بالجسم ، ويقل مستواه مع تقدم العمر اعتبارا من عمر ٣٠ سنة ، كذلك يساعد تناوله على الوقاية الصحية حيث يرتبط انخفاض مستواه بنسبة ٢٥٪ بالمشاكل الصحية، مثل ارتفاع ضغط الدم والجلطة القلبية والذبحة الصدرية وانخفاض مستوى

جهاز المناعة، ومشاكل غشاء الأسنان ونقص الطاقة وزيادة الوزن ، وإذا ما نقص وجود هذه المادة بنسبة ٧٥٪ تحدث مشاكل صحية خطيرة ، ويحتاج الإنسان إلى ١ ملى جرام لكل رطل من وزن الجسم يوميا.

أهمية Co Q10 للاعبي المسافات القصيرة والمتوسطة:

من المعروف أن نقص الفيتامينات أو مرفقات الإنزيمات يؤدى إلى ضعف مستوى الأداء وقد يؤدى هذا إلى المرض، غير أن تناوله قبل الأداء مباشرة أو تأثيره على الأداء الرياضى مازال يعتبر سؤالا لم تجد له الدراسات العلمية إجابة حتى الآن ، غير أن نقص الفيتامينات ومرفقات الإنزيمات غالبا ما يلاحظ لدى الرياضيين ودائما فى مثل هذه الحالات يصبح من الصعب تعويض النقص أو علاج ما يسببه ذلك من مشكلات صحية.

ومن وظائف Co 10 Q يقوم بعدة وظائف حيوية هامة ، تشمل عمله كمضاد للأكسدة Antioxidant ويحمى البروتينات والدهون والحامض النووى DNA للميتوكوندريا ويساعده فى ذلك فيتامين E ، كما يلعب دورا هاما فى توليد الطاقة فى الخلية ، حيث يعمل داخل ميتوكوندريا الخلية ليمدها بالطاقة المطلوبة ويعمل Co 10 Q كحامل للإلكترون Electron Proton Carrier ليساعد الميتوكوندريا فى إنتاج أدينوسين ثلاثى الفوسفات (ATP) مصدر الطاقة فى الجسم ، و هذا هام جدا؛ لأنه يجب على الميتوكوندريا أن تستمر فى إنتاج ATP وCo 10 Q يوجد بكثرة فى خلايا عضلة القلب والكبد والكلى والبنكرياس ، وتناوله فى الفم يساعد على إعادة استكمال ما تم استنفاذه من مخزون Co 10 Q فى الأنسجة والخلايا.