

الفصل السابع

الجينات والنمط الجسدي للعضلات الهيكلية

- الكتلة العضلية.
- أنواع الألياف العضلية.
- علاقة الوراثة بالنمط الجسدي للعضلات الهيكلية.
- وراثة حجم الجسم والنمط الجسدي.
- بناء الجسم (النمط الجسدي) طرق التقدير.
- الوراثة والكتلة العظمية.
- ملخص.

الجينات والنمط الجسدى للعضلات الهيكلية

الكتلة العضلية:

الجهاز العضلى هو أكبر كتلة نسيجية فى الجسم، وهو الجهاز الأكثر استهلاكاً للطاقة والمنتجة له، كما يوجد أكثر من ٥٠٠ عضلة هيكلية فى جسم الإنسان، وتقدير حجم الجهاز العضلى الهيكلى بالجسم من خلال معرفة تركيز البوتاسيوم أو إفراز الكرياتينين.

وهناك طرق مختلفة لدراسة توزيع الأنسجة العضلية اعتماداً على الأشعة، جهاز التوموجرافى، الرنين المغناطيسى، الموجة فوق صوتية، والرجال يتميزون على النساء فى الكتلة العضلية للأطراف العلوية، ويستمر هذا الفرق حتى البلوغ، كما يوجد فروق فى أجناس البشر مثل زيادة الكتلة العضلية للأطراف للسيدات السود مقارنةً بذوات البشرة البيضاء، والسيدات ذوات البشرة البيضاء يتميزون على السيدات اليابانيات من نفس الأعمار.

أنواع الألياف العضلية:

هناك أنواع مختلفة من الألياف العضلية، وقد تقسم لنوعين أو ثلاثة منها الألياف الحمراء والبيضاء البطيئة والسريعة أو نوع ١، ٢، ٣.

كما أن لكل نوع الوقود الخاص به مثل الحمراء التى تتغذى على الدهون، والألياف البيضاء على الجلوكوز، وللألياف الحمراء كمية كبيرة من الميتوكوندريا وأوعية دموية مقارنة بالبيضاء.

وتوزيع الألياف مختلف بين الأفراد. فهناك سكان من أمريكا وأوروبا الأصل (بيض) ونوع الألياف الحمراء لديهم ما بين ٣٥-٦٥٪، بينما ذوى البشرة السوداء من أصل أفريقى لديهم نسبة ألياف بيضاء من النوع ٢ أكثر من

السكان البيض. وأن هذه الألياف العضلية تحت تحكم العوامل الجينية والوراثة. وملخص للفروق بين الألياف الحمراء والبيضاء فى الجدول التالى.

مخلص خصائص الأيض للألياف الحمراء والبيضاء

Characteristics	الحمراء Type I (ST)	البيضاء Type II (FT)
Speed of contraction سرعة	Slow بطئ	Fast سريع
Relaxation time زمن الراحة	Long طويل	Short قصير
Myosin ATPase أنزيم	Low بقاء	High عال
Lipid content دهون	High عال	Low منخفض
Glycogen content الجليكوجين	Low منخفض	High مرتفع
ATP content ثلاثى أدينوزين الفوسفات	Same نفس	Same متساوى
Cratine Phosphate content كرياتين فوسفات	Same نفس	Same نفس
Mitochondrial content ميتوكوندريا	High عال	Low منخفض
Capillary density كثافة الشعيرات	High عال	Low منخفض
Creatine kinase activity انزيم	Low منخفض	High عال
Phosphofructokinase (glycogenolysis) انزيم	Low منخفض	High عال
Krebs cycle enzymes أنزيم دورة كرسى	High عال	Low منخفض
Anaerobic capacity سعة لا هوائية	Low منخفض	High عال
Aerobic capacity انزيم	High عال	Low منخفض

ويوضح سمونو وبيت ١٩٨٨ نسب تأثير الاختلافات التكنيكية؛ بيئية، ووراثية على الألياف الحمراء للعضلات الهيكلية للإنسان. حيث تحددت الفروق التكنيكية ١٥٪ فى طرق التحليل وأخذ العينات، وتأثير البيئة بنسبة ٤٠٪. بينما تأثير الوراثة والجينات على تكوين هذه الألياف الحمراء ٤٥٪.

تأثير الأنزيمات على عضلة بالجسم بالنسبة للتوائم المتطابقة، الغير متطابقة، والأخوة لأعداد ٣٥، ٢٦، ٣٢ من المتطوعين على التوالي، واسماء الأنزيمات تركت بأسمائها الأجنبية موضحاً نتائج الإحصاء كما بينها بوشار وآخرون ١٩٨٦م.

Intraclass Coefficients for Enzyme Activities

in the Vastus Lateralis Muscle of Twins and Brothers

Enzyme أنزيم	متطابق MZ (n = 35)	البيضاء Type II (FT)
Ceratine Kinase (CK)	0.61**	--
Hexokinase (HK)	0.41**	-0.22
Phosphofructokinase (PFK)	0.55**	0.27
Lactate dehydrogenase (LDH)	0.68**	0.50
Malate dehydrogenase (MDH)	0.58**	0.15
Oxoglutarate dehydrogenase (OGDH)	0.53**	0.09
3-hydroxyacyl CoA dehydrogenase (HADH)	0.43**	0.48*
PFK/OGDH ratio	0.30*	0.34*

علاقة الوراثة بالنمط الجسدي للعضلات الهيكلية:

تحديد الأسس الجينية والجزئية للعضلات الهيكلية من حيث خصائصها واستجابتها للتدريب الرياضي في بدايته، وتتابع الدنا DNA وتأثيراتها على التعبير الجيني المسئول عن الاستجابة للانتقاض والتأثير الأيضي على الجهاز الهيكلية تم اكتشافها في حدود معينة حيث تحتاج إلى طرق معملية معقدة.

وقد وجد أن تأثير العوامل الوراثية على الألياف العضلية البطيئة من النوع الأول تؤثر بنسب ٤٥٪ للعضلات الهيكلية.

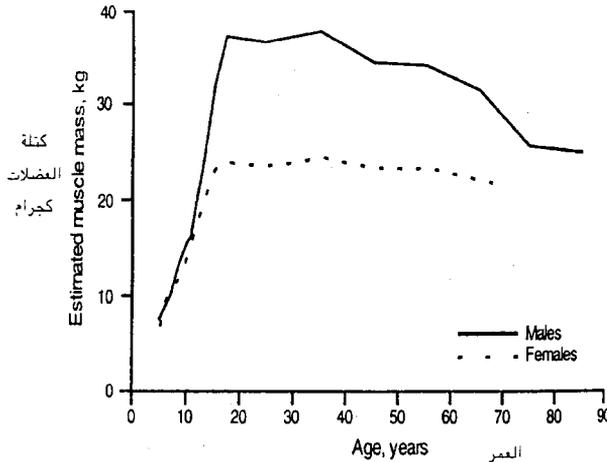
وتعتبر التجارب الخاصة بتتبع الدنا والتعبير الجيني في تقدم مستمر، حيث يمكن أن يقال أن التقدم من يوم ليوم أى يعتبر سريع جداً. ومن المهم بمكان تبين دور الدنا وسلسلته استجابة للتدريب الرياضى المنتظم للعضلات الهيكلية. ومثل هذه التجارب سوف تمد العاملين فى المجال الرياضى بالمعلومات اللازمة عن الآلية الجزيئية المشاركة فى تكيف العضلات الهيكلية.

وراثة حجم الجسم والنمط الجسدى:

يوضح هذ الموضوع التأثير الجيني على النمط الجسدى المورفولوجى، شاملاً القوام والوزن، والطول والعرض ومكونات الجسم والنسيج العظمى، وكذلك النسيج الدهنى نظراً لأهميته على حالة الرياضى وتأثير ذلك على المجهود البدنى واللياقة البدنية وعلاقة الدهون أيضاً ببعض الأمراض. ونظراً لأهمية كل من الدهون والعضلات على الرياضى فقد تم وضعهما فى فصول خاصة لإيضاح علاقة الوراثة بكل من النسيج الدهنى والنسيج العضلى. وقد زادت فى الآونة الأخيرة مقدار الأبحاث الخاصة بالجينات وارتباطها بالسمنة والنمط الجسدى.

حجم الجسم:

كما فى الشكل:



التغيرات فى القوام ووزن الجسم للأعمار المختلفة والاختلاف الجنسى الذكرى والأنثوى .

اختلاف الجنس قليل أثناء الطفولة وأكبر بعد البلوغ، كما أن الإناث مبكرين فى البلوغ الجنسى عن الذكور بحوالى سنتين .

ويكون القوام ناضج مع البلوغ الجنسى المتأخر، ولكن يوجد من يستمر فى النمو حتى بعد سن العشرين من العمر، ويستمر وزن الجسم فى الزيادة حتى سن الشباب (البلوغ)، ومع سن الثلاثين ينخفض القوام، ويزداد مع السن، ويبدأ الفقد فى الجذع مع تغير فى أملاح الفترات، والحفاظ على وضع الجسم وتوضح النتائج الطولية فقط وليست العرضية التغير فى كثافة تركيز العظام مع العمر .

قياس الأطوال، والعروض، والمحيطات :

من القياسات الهامة للأطوال أثناء النمو والبلوغ قياس (الارتفاع) الطول أثناء الجلوس من الطول الكلى للقوام . وتبلغ قمة طول الرجل قبل مقياس الارتفاع أثناء الجلوس، الذى يستمر حتى بدء البلوغ، كما أن طول عظام رجل الأنثى أقصر من الرجل .

بناء الجسم (النمط الجسدى) وطرق التقدير :

هناك ثلاث طرق لتقدير النمط الجسدى :

- ١ - طريقة شلدون وآخرون ١٩٥٤ Sheldon .
- ٢ - طريقة برنيل الأنتروبومترية ١٩٥٨ Parnel .
- ٣ - طريقة هيس وكارتر ١٩٩٠ Heath & Carter .

والأنماط الجسدية توصف :

١ - النمط السمين .

٢ - النمط العضلى .

٣ - النمط النحيل .

ويقدر كل نمط من خلال أرقام من ١ ، ٠ ، أو إلى رقم ٧ وينظم بالترتيب على هيئة ٣ أرقام

للذكر	سمين	عضلى	نحيل
سن ٢٠ - ٢٩	٣,٦	٥	٢,١
سن ٦٠	٤	٥,١	١,٨
الأثنى			
سن ٢٠ - ٢٩	٤,٤	٣,٧	٢,٤
سن ٦٠	٥,٣	٤,٧	١,٧

والتغير النمطى مع العمر يوضح زيادة فى النمط العضلى والسمين أثناء البلوغ للذكور مع انخفاض فى النمط النحيل بينما فى حالة الإناث هناك زيادة مستمرة فى النمط السمين ومن الملاحظ قلة النمط السمين للنساء مرتفعى المستوى الاجتماعى .

الوراثة والنمط الجسدى المرفولوجى :

القوام والوزن :

التحكم الجينى للقوام والوزن خلال فترة البلوغ توضح الآتى :

١ - اختلاف ارتباط جين الطول والوزن فى المواليد مقارنةً بالبالغين فى القوام والوزن .

٢ - هناك مجموعة من الجينات ترتبط بالقوام والوزن للبالغين .

٣ - هناك مجموعة مستقلة من الجينات تنظم معدل النمو فى القوام والوزن.

وأوضحت نتائج الأبحاث أن التشابه بين التوائم الغير متطابق تقل مع تقدم العمر، بينما التشابه بين التوائم المتطابقة تزيد مع تقدم العمر منذ الولادة. كما أوضحت نتائج الجينات المرتبطة بالجنس أن التغير فى القوام يعتمد على جينات جسدية وأن مساهمة الجينات المرتبطة بالجنس ضعيف.

كما توضح الدراسات وجود جين على الكروموسوم الذكري يساهم فى النمو للذكور. وبالنسبة للوزن فيقدر بواسطة BMI مؤشر حجم الجسم ويرتبط بالكروموسومات الجنسية للبالغين.

تأثير الجينات على طول وعرض الجهاز الهيكلى :

أثبتت الأبحاث على التوائم المتطابقة والغير متطابقة عن دور للجينات فى تنظيم الجهاز الهيكلى طولاً وعرضاً، وتوضح هذه الأبحاث أن الأطوال، وكذلك قياس عرض العظام تحت التحكم الجينى، حيث أن نتائج ذوات البشرة السوداء يتميزون بأطراف أطول من أقرانهم ذوى البشرة البيضاء أو الصفراء أو السمراء، حيث وجد أن الأشخاص ذوى الأصل الأفريقى يمتازون بطول أطراف العظام مقارنة بالأوروبيين، وكذلك المكسيكيين والآسيويين.

كما تؤكد الأبحاث الاحتياج لدراسات لأعداد كبيرة من المشاركين لتأكيد دور الجينات وعلاقته بالأنماط الجسدية المختلفة للأعمار المختلفة، وكذلك للأجناس المختلفة.

الوراثة والكتلة العظمية :

تم دراسة الكتلة العظمية بواسطة الأشعة المختلفة، وبصفة خاصة منطقة الرسغ، الفقرات العظمية، وكذلك عظمة الفخذ.

وأثبتت دراسة التوائم المتطابقة (Mz) والغير متطابقة (Dz) الدور الهام الذى تقوم به العوامل الوراثية. حيث وجد متوسط التباين بين الأزواج للكتلة العظمية للذراع للتوائم المتطابقة ٠.٠١٣, ٠ جرام/سم^٢, مقارنة بالغير متطابقة ٠.٠٥٢, ٠ جرام/سم, وبالنسبة لعرض عظمة الذراع متوسط ٠.٠٠٦, سم للتوائم المتطابقة مقارنةً بالتوائم الغير متطابقة ٠.٠١١, ٠ سم/جرام, وذلك للتباين بين الأزواج (Intra Pair Variance).

وكان فقد الأملاح للتوائم المتطابقة بعد ١٦ عام متوسط ٠.٩٨, جرام مقارنة بالتوائم الغير متطابقة ٠.٩٤, جرام.

وبالنسبة للسيدات بعد انقطاع الطمث فإن كتلة العظم تتأثر بوضوح بالوراثة وأكثر من أى عوامل خارجية حيث وجد أن بنات السيدات المصابات بهشاشة العظام تقل لديهن الكتلة العظمية حتى قبل الوصول لانقطاع الطمث.

ويوضح الشكل التالى علاقة الوراثة بكولاجين العظم.

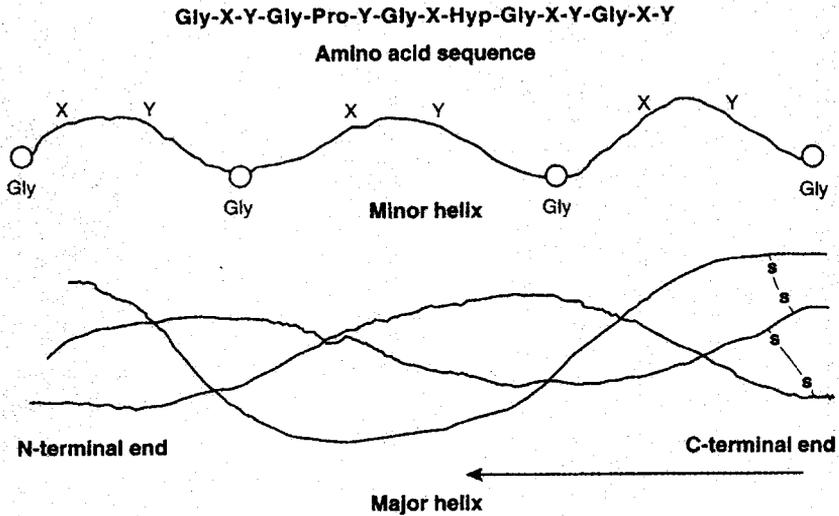
وفى دراسة شملت توائم بالغين، تم قياس كثافة العظام بالأشعة (SPA) كما تم قياس كتلة العظم للذراع، شوكة الفقرات القطنية، وكذلك أجزاء من الفخذ. وأوضحت النتائج تدخل الوراثة فى تحديد كتلة العظم. واستنتج الباحثون أن هناك جين أو مجموعة جينات مسئولة عن تحديد كتلة العظم.

وفى دراسة لماك كاي وآخرون ١٩٩٤م عن ثلاثة أجيال لكثافة العظام لمنطقة الفخذ، شوكة الفقرات القطنية باستخدام الأشعة (Dxray) و (Dexa) وأثبتت الدراسة علاقة ارتباط بين كثافة العظام البنات والأم.

كما قام دوس هيوج وكروول (١٩٩٣) باستخدام الأشعة دكسا (Dexa) لقياس الكثافة للجسم كله كذلك مناطق من الفخذ وشوكة الفقرات القطنية والذراع والكاحل وتم عمل علاقة سبيلنج الارتباطية ووجدت مرتفعة لكل من كثافة عظام الجسم، الذراع، والكاحل. بينما كان ارتباط تحليل الارتداد

الوراثة وكولاجين العظم

A Structure of type I collagen



B Osteogenesis Imperfecta: effect of mutations on collagen formation

Normal	4 α_1	Two triple helices of collagen type 1	$(\alpha_1)_2/(\alpha_2)_1$
	2 α_2		
Splicing or null mutation in α_1 gene	2 α_1	One triple helix of collagen type 1	$(\alpha_1)_2/(\alpha_2)_1$
	2 α_2		

OI type 1 (half the normal amount of collagen)

Missense mutation in α_1 gene	4 α_1 (normal)	25% normal type I
	4 α_1 (mutant)	75% mutant collagen
	4 α_2 (normal)	Two α_1 (N) ₁ α_1 (M) ₁ α_2 (N) ₁
		One α_1 (M) ₂ α_2 (N) ₁

Types II, III, or IV Osteogenesis Imperfecta

(Regression) مرتفع لكثافة عنق عظمة الفخذ والفقرات القطنية. واستنتج الباحثون أن تباين كثافة العظام ٤٦٪ إلى ٦٢٪ ترتبط بالوراثة.

يذكر موريسون وآخرون (١٩٩٤) أن دلائل الجين الخاصة بمستقبل فيتامين (د) يمكن من خلالها التنبؤ ٧٥٪ من مجموع العمل الجيني على كثافة العظام لشوكة الفقرات القطنية للسيدات الأصحاء. وفي التوائم المتطابقة والغير متطابقة، بينما كانت العلاقة ضعيفة بالنسبة لمنطقة الحوض. كما لم تتضح حتى الآن بصفة قاطعة دور الجينات لمستقبل فيتامين د (VDR) وكثافة العظام. وفي أبحاث حديثة ١٩٩٩ قد وجد العلاقة بين دور الجينات لمستقبل فيتامين(د) (VDR) وكثافة العظام وكثافة العظام برترام (١٩٩٩) وكذلك سيمونوبولو (١٩٩٩).

وفي دراسة هنتر وآخرون (٢٠٠١) عن مساهمة الجينات فى أيض العظام، الكالسيوم وفيتامين (د) وتنظيم هورمون الباراثيرويد. أوضح الباحثون لأول مرة وجود تأثير واضح للجينات على امتصاص العظام للسيدات ما قبل انقطاع الطمث، وكذلك تأثير الجينات على تنظيم عمل هورمون الباراثيرويد وأيض فيتامين (د) وكذلك كالسيوم الجسم. كما استنتج الباحثون أن الجينات تنظم عمل هورمونات العظام والدلالات العظمية مما يجعلها وسيلة مفيدة فى مجالى التشخيص والعلاج.

ملخص عن علاقة الوراثة وحجم الجسم والنمط الجسدى:

توضح الشواهد أن نسبة كبيرة من حجم الجسم، مكوناته، اللياقة، طول الهيكل العظمى وعرضه، وكذلك محيطاته وكتلة العظام محددة جينياً. وطريقة القياس بصفة عامة هى طريقة الأنثروبومتري ما عدا كتلة وكثافة العظام عن طريق الأشعة (Dexa).

ومعظم الدراسات تمت على التوائم سواء المتطابقة أو الغير متطابقة، وكذلك العائلات والأولاد وقامت كثير من الأبحاث على القوام بالنسبة للأشخاص الطبيعيين وذوى العوامل الوراثية الغير عادية.

كما وجد على الكروموسوم (y) الذكري، جين تنظيم النمو، ودراسة كثافة العظام لم توضح وجود جين معين يحددها، وإن وجد جين مستقبل فيتامين د (VDR) المؤثر على كثافة العظام.