الفصل الثالث عشر

البروتينات

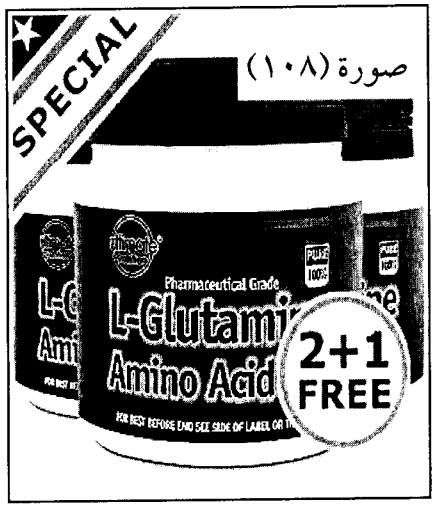
الأحماض الأمينية ... ما لها .... وما عليها ....
في تحسين الأداء البدني

مقدمة:

للغذاء أثر هام على عملية النمو الجسمانية ومقدرة الشخص على الإنتاج وعلى قدرته العقلية وحالته النفسية.

صورة (١٠٧)

وبناء الجسم كبناء المنزل يحتاج لمواد كثيرة وبنسب معينة كل منها يؤدي غرضًا خاصًا في عمليات البناء والترميم والوقاية، وإذا نقص أحدهما أصبح البناء ضعيفًا سهل الهدم قصير العمر. فبناء الجسم مثلًا يحتاج للبروتينيات التي تصنع منها الأنسجة، ويحتاج للأملاح المعدنية في تركيب الهيكل العظمي والأسنان وأملاح الحديد تدخل في تركيب «الهيموجلوبين» بالدم والفيتامينات تدخل في نمو الأنسجة وتعمل على سلامتها ووقايتها من الأمراض، كما تدخل الكربوهيدرات والدهون في عملية إنتاج الطاقة التي يحتاجها الإنسان في الحركة والعمل.



صورة (١٠٨)

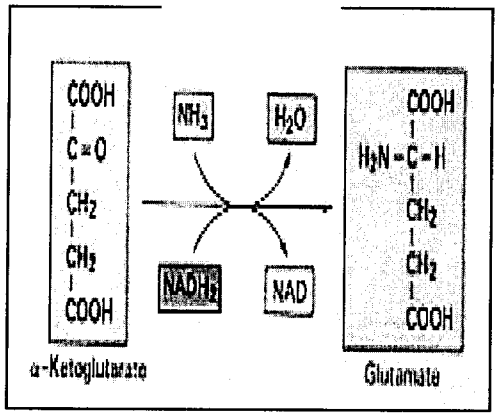
وتعتبر الأحماض الأمينية وحدات التركيب الأساسية للبروتينيات، حيث تمثل ٢٠٪ من الكتلة العضلية.

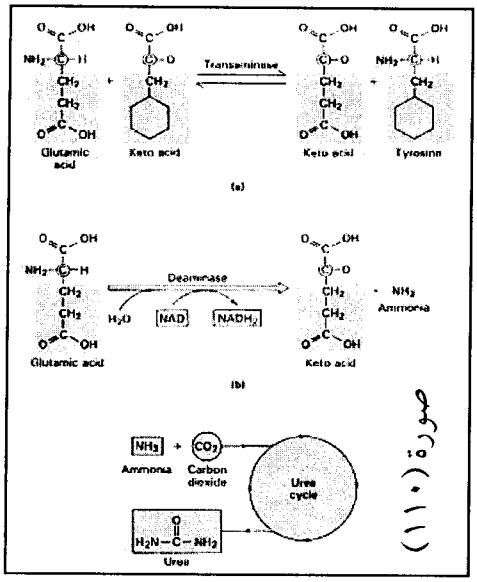
وتتراكب الأحماض الأمينية كيميائيًّا على هيئة سلاسل طويلة بواسطة ما يسمى بروابط ببتيدية.

وهناك ٢٢ حامض أميني بالجسم تمثل الحروف الفردية لأبجدية البروتين. كما أن هناك ١٠ من الأحماض الأمينية أساسية أي لا يمكن تصنيعها بالجسم، ويمكن الحصول

عليها مع الغذاء، أما باقي الأحماض الأمينية فتصنع في الجسم بواسطة الكبد.

صورة (١٠٩)





صورة (١١٠)

الأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية

الأحماض الأمينية غير الأساسية		الأحماض الأمينية الأساسية	
الأنين	ALANINE	هستدين	HISTIDINE
أسبرجين	ASPARAGINE	أيزولوسين	ISOLEOCINE
حامض أسبرتك	ASPARTIC ACID	لوسين	LEOCINE
سيستان	CYSTEINE	ليسين	LYSINE
سيستين	CYSTINE	مثايونين	METHIONINE
حامض جلوتاميك	GLUTAMIC ACID	فينايل الانين	PHENYLALANINE
جلوتامين	GLUTAMINE	ثريونين	THREONINE

الأحماض الأمينية غير الأساسية		الأحماض الأمينية الأساسية	
جليسين	GLYCINE	تربتوفان	TRYPTOPHAN
هيدروكسيبرولين	HYDROXYPROLINE	فالين	VALINE
برولين	PROLINE	أرجنين	ARGININE
سرين	SERINE		
تيروسين	TYROSINE		

يتكون التركيب الكيميائي للأحماض الأمينية من ذرات الكربون، الهيدروجين، الأكسيجين، بجانب مكون نيتروجيني «المجموعة الأمينية NH_2 وكذلك المجموعة الكربوكسيلية COOH».

الوظائف العامة للبروتينات:

١- تكوين نواة وبروتوبلازم الخلايا.

٢- تكوين الإنزيمات بالجسم.

٣- تكوين الوحدات الأساسية لانقباض العضلة وكذلك الأنسجة الضامة التي تحمي الألياف العضلية.

٤- تكوين الهرمونات بالجسم.

٥- تكوين بروتينات البلازما وهي الألبومين، الجلوبيولين، والفيبرينوجين والتي تتنوع في وظائفها.

٦- تكوين الأجسام المضادة لمقاومة الأمراض.

٧- تكوين الخضاب «الهيموجلوبين» الذي يقوم بنقل الغازات بالدم.

٨- تعطى العضلة الخاصية الانقباضية.

٩- تقوم بعض البروتينات المركبة بنقل الصفات الوراثية.

١٠- تدخل في عمليات إصلاح الأنسجة وتكوين العضلات النامية.

المصادر الغذائية للأحماض الأمينية:

أغنى مصادر الغذاء بالأحماض الأمينية الأساسية هي البروتين الحيواني والحليب، بينما يتكون البروتين النباتي «البقول والخضروات» من بعض الأحماض الأمينية الأساسية وليس الكل. لذا على الإنسان إذا أراد إشباع حاجته من الأحماض الأمينية الأساسية عن طريق الخضروات والبقول فعليه زيادة الكمية وتنويع مصادر الأغذية النباتية مع مراعاة أن البروتين النباتي أصعب في عملية الهضم من الحيواني.

ويطلق على البروتين الحيواني كلمة كامل وذلك لاحتوائه على كل الأحماض الأمينية الأساسية، بينما يعتبر البروتين النباتي «غير كامل» حيث لا يحتوي على كل الأحماض الأمينية الأساسية.

ولتوضيح معنى كلمة «كامل» فإننا نمثل البروتين بمصنع تجميع سيارات، ولكي يتم تجميع السيارة لا بد من تواجد كل من مكونات السيارة من إطار وجسم السيارة والموتور وغيرها.

فإذا نقص إطار بالسيارة فإنها لا تعمل وكذلك لا يصنع البروتين إذا لم يتوفر حامض أميني أساسي أو أكثر.

وبجانب توافر كل الأحماض الأمينية الأساسية في البروتين الحيواني فإن البروتين الحيواني يمتاز بالتوازن، بينما البروتين النباتي غير متوازن.

وسنعطي مثالًا يفسر معنى «كامل» و «غير كامل» ومعنى «متوازن» و«غير متوازن».

- فإن الذرة تحتوي على كمية قليلة من الحامض الأميني تربتوفان.

وفول الصويا يحتوي على كمية منخفضة من الحامض الأميني ميثايونين Methyonine- لذا فالبروتين لديهما «غير كامل».

بينما البيض والحليب واللحم الحيواني «كامل».

صورة (١١١)

ولتفسير معنى كلمة «متوازن» و«غير متوازن» إليكم هذا المثال:

إن زيادة الحامض الأميني لوسين Leucine في نبات ما قد يتسبب في عرقلة استخدام وتمثيل الأحماض الأمينية أيزولوسين وفالين isoleucine, valine. وهنا يطلق على هذا النبات أنه «غير متوازن» بينما البروتين الحيواني «متوازن».

وهناك عامل هام قد يؤثر على استخدام الأحماض الأمينية: وهو توفر الفيتامينات والأملاح. حيث إنها تدخل في خطوات بناء البروتين والاحتياج الأمثل لها هو زمن الهضم.

لذا وجب إضافة الفيتامينات والأملاح للأحماض الأمينية وصولًا لأعلى استفادة ممكنة. **فإذا خيرت بين أكلة بيضة واحدة «تحتوي على ٥ جرام بروتين» وبين مقدار كبير من الذرة «يحتوي ١٠ جرام بروتين» فماذا تختار؟**

الاختيار الصحيح في كل مرة: هو البيضة؛ حيث إنها تحتوي على بروتين كامل، «متوازن» والمهم في عملية الاختيار هو النوع، وليس الكم بالنسبة للبروتين.

كيفية تقويم البروتين:

يمكن تقويم البروتين عن طريق القيمة الحيوية Biological value، وهي مقياس للعلاقة بين البروتين المحتجز والبروتين الممتص، أي: أن القيمة الحيوية للبروتين تمثل كمية البروتين الممتص. والبروتين عالي القيمة الحرارية هو الذي تزيد قيمته على ٧٠، بينما ما يقل عن ذلك يسمى منخفض القيمة الحيوية

القيمة الحيوية:

المادة	القيمة الحيوية
البيض	١٠٠ عالي
اللبن	٩٣ عالي
الأرز	٨٦ عالي
الأسماك	٧٥ عالي
الأبقار	٧٥ عالي
الكازين «الجبن»	٧٥ عالي
الذرة	٧٢ عالي
دقيق بذرة القطن	٦٠ منخفض
دقيق المكسرات	٥٦ منخفض

يوضح الجدول السابق بعض أنواع الأغذية والقيمة الحيوية لكل منها.

وقد اتفق على أن تشمل الأحماض الأمينية عالية القيمة نسبة ٣٠٪ من مجموع الأحماض الأمينية، هذا من ناحية امتصاص البروتين في الأمعاء، أما هضم البروتين فيستدل عليه بما يسمى الاستخدام الصافي للبروتين Net protein utilization.

ومن ناحية أخرى لمعرفة محتوى الأحماض الأمينية للمواد الغذائية مقارنًا ببروتين البيض وهو البروتين الكامل.

نظام النقط

المادة	القيمة الحيوية	الاستخدام الصافي للبروتين
البيض	١٠٠	٩٥
لبن الإنسان	١٠٠	٨١
لبن الأبقار	٩٥	٧٥
فول الصويا	٧٤	٥٤
السمسم	٥٠	٥٧
المكسرات	٦٥	٣٦
الذرة	٤٩	٦٣
الأرز	٦٧	٤٩
القمح	٥٣	

يوضح الجدول السابق أنواع الأغذية وقيمتها من حيث نظام النقط، والاستخدام الصافي للبروتين، واحتياجات الجسم من البروتين أثناء التدريب، والاحتياج اليومي للشخص البالغ من البروتين حوالي جرام/ كيلو جرام من وزن الجسم.

والاحتياج اليومي لشخص وزنه ٧٥ كيلو جرام ٧٥ × ١ = ٧٥ جرام بروتين، وهذه الكمية من البروتين كافية ضمن غذاء متوازن حيث يمثل البروتين ضمن الغذاء المتوازن ١٠-١٥٪، والكربوهيدرات ٥٠- ٥٥٪، والدهون ٢٥-٣٠٪.

مثال: إذا كان الشخص المعنى رياضيًا يمارس كمال الأجسام واحتياجه اليومي من السعرات ٣٠٠٠ سعر حراري، فإن محتوى الغذاء المتوازن من البروتين ما بين ٧٥-١١٢,٥ جرام.

حيث إن ١٠٪ من ٣٠٠٠ سعر حراري = ٣٠٠ سعر.

و١٥٪ من ٣٠٠٠ سعر حراري = ٤٥٠ سعر.

وجرام البروتين يحتوي على ٤ سعر حراري.

لذا فإن ٣٠٠/ ٤ = ٧٥ جرام بروتين.

و٤٥٠/ ٤ = ١١٢,٥ جرام بروتين.

مثال ثان: إذا احتاج نفس الرياضي الذي يزن ٧٥ كجم ٦٠٠٠ سعر حراري نتيجة ممارسته لعدد أكبر من ساعات التدريب. فإن محتوى الغذاء المتوازن من البروتين ما بين ١٥٠-٢٢٥ جرام.

حيث إن ١٠٪ من ٦٠٠٠ سعر حراري = ٦٠٠ سعر .

و١٥٪ من ٦٠٠٠ سعر حراري = ٩٠٠ سعر.

وجرام البروتين يحتوي على ٤ سعر حراري.

لذا فإن ٦٠٠/ ٤ = ١٥٠ جرام بروتين.

٩٠٠/ ٤ = ٢٢٥ جرام بروتين.

مثال ثالث: إذا كان ممارس لعبة كمال الأجسام يزن ١١٥ كيلو جرام واحتياجه اليومي ٥٠٠٠ سعر حراري فإن تناوله للبروتين في نطاق غذاء متوازن = ما بين ١٣٨-

١٨٧ جرام بروتين «١٠:١٥ من مجموع الغذاء».

من الأمثلة السابقة فإن عكس اعتقاد كثير من مدربي كمال الأجسام والممارسين لهذه اللعبة، وكذلك مسئولي المنتجات الرياضية فإن الاحتياج اليومي لأعلى مستوى رياضي وهو المستوى الدولي لا يحتاج اللاعب سوى كم مقنن من البروتين «حوالي ضعف الاحتياج العادي» اعتمادًا على وزنه وعدد ساعات التدريب اليومي.

ودلت الأبحاث العلمية الحديثة على أن اللاعب ليس في حاجة إلى تناول للبروتين في صورة أقراص أو بودرة أثناء التدريب الرياضي، كذلك من واجب المدربين والإداريين أن يوصوا فقط بالكميات اللازمة من البروتين في نطاق غذائي متوازن والأسس التي تحدد عليها كمية البروتين هي وزن اللاعب وكذلك مدة تدريبه.

ونتيجة بعض هذه المعلومات الأساسية عن الأحماض الأمينية فهناك العديد من الأسئلة التي تشغل الرياضيين:

س١ - ما هي الكمية المناسبة من الأحماض الأمينية للرياضي؟

س٢ - ما هي العلاقة بين الأحماض الأمينية والهرمونات البنائية؟

س٣- وما هي الأضرار المحتملة لتناول جرعات زائدة من الأحماض الأمينية؟

س٤ - ما هي الكمية الطبيعية للأحماض الأمينية بالدم؟

س٥- هل تعامل الأحماض الأمينية المجهزة من ناحية المكونات نفس معاملة البروتين الحيواني والنباتي؟

للإجابة عن السؤال الأول:

نقرر أن من أهم الأغذية للرياضيين هو البروتين. حيث إن أهميته تكمن في أنه يبني العضلات، والذي يكون البروتين هي الأحماض الأمينية.

ومن أسباب التقدم البطئ لبعض لاعبي كمال الأجسام مثلًا هي قلة المعلومات المتاحة له عن الأحماض الأمينية، ونتفق جميعًا على أهمية هذه الأحماض الأمينية للرياضيين.

وترتبط درجة الاستفادة من هذه الأحماض الأمينية بالكمية المناسبة لكل لاعب، ويمكن حسابها بناء على طول ووزن اللاعب وعدد ساعات التدريب وعدد السعرات المنطلقة، ويتم الاستفادة من الأحماض الأمينية من خلال تواجدها جميعها -أقصد

الأساسية منها في الغذاء، وكذلك من خلال عدم زيادة كمية حامض أميني عن الآخر وبالتالي لا يقل كمية حامض أميني عن الآخر «التوازن».

ويمكن إعطاء مثال عددي توضيحي عن كمية البروتين المطلوبة للرياضي الذي وزنه ٧٠ كيلو جرام وطوله حوالي ١٦٥-١٧٠ سم وعدد ساعات تدريبه اليومي حوالي ٣ ساعات.

الطاقة المنطلقة لكل كيلو جرام من وزن الجسم في اليوم لهذا اللاعب مقدرة ٧٠ سعر حراري ×٧٠ كيلو وزن الجسم = ٤٩٠٠ سعر حراري ومع إضافة ١٠٪ زيادة استهلاك داخلي SDA.

فإن مجمل الطاقة المنطلقة = ٥٣٩٠ سعر حراري

نصيب اللعب من البروتين = «١٥×٥٣٩٠»/ ١٠٠ = ٨٠٨,٥/ ٤ = ٢٠٢ جرام

نصيب اللاعب من الدهون = «٣٠×٥٣٩٠»/ ١٠٠ = ١٦١٧/ ٩ = ١٨٠ جرام

نصيب اللاعب من الكربوهيدرات = « ٥٥×٥٣٩٠»/ ١٠٠ = ٢٩٦٤٥٠/ ٤ = ٧٤١,١ جرام.

إجابة السؤال الثاني:

هناك علاقة مؤكدة بين الأحماض الأمينية والهرمونات البنائية؛ حيث إن الأحماض الأمينية لا تعمل إلا في وجود الهرمونات البنائية، أي يساعدان بعضهما في تنمية وبناء العضلات.

ويساعد كل من هرمون التستستيرون والنمو والأنسولين عملية الإسراع في توصيل الأحماض الأمينية خلال غشاء الخلايا العضلية؛ مما يساعد على تكوين البروتين ونمو العضلات.

كما تعمل هذه الهرمونات على التوفير في استهلاك الأحماض الأمينية والبروتين في إنتاج الطاقة، وذلك عن طريق استخدام الدهون من خلال المساهمة في انتقالها من مخازنها بالخلايا الدهنية.

إجابة السؤال الثالث:

عن الأضرار المحتملة للجرعات الكبيرة من الأحماض الأمينية.

يمكن الحكم على مستوى التمثيل الغذائي للبروتينات عن طريق مستوى النتروجين

الذي يدخل الجسم مع الأغذية البروتينية، ولذا يستخدم ما يسمى «التوازن النتروجيني» وبمعنى أن مقدار خروج النيتروجين يتساوى مع القدرة على استيعابه.

وعند تناول كميات متزايدة من البروتينات لدى البالغين لا يحدث خلل لتوازن النيتروجين؛ نظرًا لأنه كلما زادت المواد البروتينية التي يتناولها الإنسان تزيد نسبة التخلص من النيتروجين في البول، حيث لا يخزن البروتين الزائد بالجسم.

ويمكن تلخيص الأضرار المصاحبة لزيادة استهلاك الأحماض الأمينية «البروتين»:

١. حدوث الجفاف.

٢. الإمساك.

٣. ترسيبات في المفاصل لنواتج التمثيل «داء الملوك».

٤. زيادة نسبة البولينا بالدم.

٥. سرعة حدوث التعب؛ حيث إن البروتين حامضي.

٦. إجهاد الكبد.

٧. إجهاد الكلى.

٨. ضعف الأداء الرياضي.

إجابة السؤال الرابع:

التركيز الطبيعي للأحماض الأمينية في الدم يقع بين ٣٥-٦٥ مليجرام بالمائة.

أي أن كل ١٠٠ ملليليتر يحتوي على ٣٥-٦٥ مليجرام من الأحماض الأمينية، ويمثل ذلك متوسط حوالي ٢ مليجرام بالمائة لكل حامض أميني على حده.

ويزداد تركيز الأحماض الأمينية بالدم بعد الغذاء بضع مليجرام فقط، حيث إن الأحماض الأمينية الزائدة عن التركيز الطبيعي يتم امتصاصها بواسطة خلايا الجسم خلال ٥-١٠ دقائق، وعلى ذلك لا يزيد تركيز الأحماض الأمينية بالدم.

إجابة السؤال الخامس:

تعتبر الأحماض الأمينية الجاهزة مكونًا بروتينيًّا صافيًا، بينما نجد أن البروتين الحيواني

المتمثل في اللحم، الكبد، البيض، الدجاج، والسمك، واللبن وغيرها وكذلك البروتين النباتي المتمثل في اللوبيا، الفول، الطحينة، الحلاوة، الأرز والخضروات وغيرها يتكون من مكونات مختلفة من ماء، بروتين، دهون، نشا، أملاح، فيتامينات.

مثلًا: اللحم البقري يحتوي على ٢٤٪ بروتين، ٢٤٪ دهون، ٥١٪ ماء الأسماك تحتوي على ٢٦٪ بروتين ٨٪ دهون، ٦٤٪ ماء، اللبن تحتوي على ٣٠,٥٪ بروتين، ٣٠,٩٪ دهون، ٨٦٪ ماء وتحتوي اللوبيا على ٥٠,٧٪ بروتين، ٤ , ٠٪ دهون ٧٦٪ ماء الأرز ٢٠,٥ بروتين، ٠١ , ٠ دهون، ٧٠٪ ماء.

الأحماض الأمينية والقوة العضلية:

يذكر بعض الباحثين أن تناول الأحماض الأمينية يؤدي لزيادة القوة العضلية وتضخم العضلات، وذلك من خلال زيادة إفراز هرمون النمو الذي يتكون من ١٩١ حامضًا أمينيًّا، وقد وجد بكلر ١٩٦٩م Buckler أن مشروبًا يحتوي بروتينات يزيد من مستوى هرمون النمو في الدم للرجال والنساء، وأن هرمون النمو يزيد من الاستفادة من الأحماض الأمينية وتكوين توازن نيتروجيني إيجابي في الجسم وتكوين البروتين للعضلات الهيكلية، وذكر أيضًا أن استمرار إفراز الهرمون يؤدي إلى آثار ضارة بالعضلات، وقد اقترح كنوف وآخرون ١٩٨١م Knopfetal أن تناول ٣٠ جرام من كل من الأرجنين، المثايونين، فينايل الانين، لايسين، هستدين، تؤدي لزيادة إفراز هرمون النمو بنسب مختلفة، وكانت أكبر نسبة إفراز للهرمون من تناول فينايل الانين والمثايونين.

صورة (١١٢)

وفي دراسة إيزيدوري وآخرون ١٩٨١م Isidorietal توصل الباحثون أن تعاطي الإنسان ١٢٠٠ مليجرام من كل الأرجنين واللايسين يؤدي إلى زيادة إفراز هرمون النمو بنسبة ٧٩٤٪، بينما تؤدي زيادة الجرعة إلى ٢٤٠٠ مليجرام لخفض تركيز هرمون النمو بالدم.

كما وجد ميريمي وآخرون ١٩٦٩م

Merimee et al اختلافًا في استجابة هرمون النمو في حالة الذكور عن الإناث، حيث يحتاج الذكر لضعف جرعة الأرجنين «١٦٦,٧ مليجرام/ كيلو من وزن الجسم» مقارنًا بالإناث «٨٣,٣ مليجرام/ كيلو من وزن الجسم».

وفي دراسة إلام ١٩٨٨م Elam عن تأثير تناول الارجنين وكذلك الايزولوسين بجرعة قدرها ١٠٠٠ مليجرام مرتين يوميًا لمدة خمسة أيام بالإضافة إلى تدريبات الأثقال يؤدي ذلك إلى خفض كتلة الجسم Body mass من الدهون مع تغير غير معنوي في التأثير المورفولوجي الإيجابي، وقد أرجع سبب هذه النتائج إلى زيادة عمليات الأيض.

هذا وقد وجد أن النمو العضلي ينشأ من العمل العضلي وتأثير الهرمون، وأن في كلتا الحالتين هناك ضرورة من الاعتماد على الأحماض الأمينية.

وهناك ضرورة من وجود الأنسولين كعامل مساعد للنمو العضلي، وكذلك ضرورة وجود RNA حامض ريبونيوكليك للمساهمة في النمو.

أما عن آلية حدوث النمو العضلي، وبالتالي زيادة القوة العضلية، فتتم من خلال تضخم الليفة العضلية. حيث وجد جولدبرج Goldberg «١٩٧٥م» أن الألياف البيضاء قد زادت بنسبة ٣٥٪ في الرياضيين مقارنًا بغير الرياضيين، وقد أرجع عملية تضخم الألياف العضلية إلى تأثير البروتين الذي يكون الألياف التي تؤدي إلى الانقباض العضلي. وقد أضاف أن الألياف العضلية تزيد سمكًا وعددًا مع زيادة تكوين البروتين وقلة تكسيرة.

صورة (١١٣)

وبجانب هذه التغيرات فهناك زيادة في الأنسجة الضامة وكذلك خلايا «Satellite» حول الألياف العضلية.

مما سبق يمكن استنتاج الآتي:

١. أن الأحماض الأمينية تؤثر على نمو العضلات وزيادة القوة العضلية عن طريق هرمون النمو، وأن التأثير يختلف من حامض أميني لآخر، ومن ذكر لأنثى، ويعتمد على الجرعة المعطاة.

٢. قد يؤدي زيادة إفراز هرمون النمو لآثار ضارة بالعضلات، كما يحدث في حالات الأكتوميجالي

.Actomegaly

٣. كما أن زيادة استخدام الأحماض الأمينية بجرعات مرتفعة تؤدي إلى تأثيرات ضارة.

٤. إن استخدام الحامض الأميني يؤدي لزيادة في عمليات التمثيل الغذائي «الأيض».