الفصل الأول

١/ الإطـــــــار العـــــام للبحث

١ / ١ مقدمة ومشكلة البحث

١ / ٣ أهمية البحث .

١ / ٤ أهداف البحث .

١ / ٥ تساؤلات البحث .

١ / ٦ المصطلحات المستخدمة في البحث .

١/ الإطـــار العـــام للبحث

١/١ مقدمة ومشكلة البحث :

يعد البحث العلمي منذ النصف الأخير من القرن العشرين من أهم متطلبات التطور التكنولوجي الحديث الذي يهدف إلى تحقيق أفضل المستويات في مختلف مجالات الحياة وتعد التربية الرياضة احـد هذه المجالات التي تأثرت بهذا التطور باعتبارها عنصر هام لإعداد الفرد الإعداد المتكامـل. وتهـدف ممارسة الأنشطة الرياضية المختلفة إلى اكتساب الممارس الياقة البد نية العالية والبناء الجسماني السليم و الكفاءة الوظيفية لأجهزه الجسم الحيوية ومع التقدم العلمي في شتى المجالات لاحق التطور كل من علـم الفسيولوجي وعلم الكيمياء الحيويـة . (١٩: ٤٨)

وتواكباً مع هذا التقدم بدأ لفت الأنظار إلى موضوعات أساسية في عملية التدريب الرياضـي فالهدف الرئيسي من العملية التدريبية هو تأخير ظهور التعب و من المتفق علية علميا أن اى نشاط يقوم به الفرد وخاصة النشاط الرياضي يكون مصحوب بهبوط في قدرة الفرد الوظيفية والعملية وحيث أن هذه المشكلة نالت قسطا وافرا من البحث إلا إن هذه المشكلة مازالت تجذب اهتمام الباحثين والعلمـاء. فـي محاولة تفسير هذه الظاهرة الفسيولوجية يهدف إعداد برامج التدريب التي تعمل على تنمية مقدرة اللاعب على التحمل وتأخير ظهور التعب ويعرفه يوسف دهب على انه هبوط وقتي في المقدرة على الاستمرار في أداء العمل مع انخفاض في الكفاءة الوظيفية . (٤٢ : ٢٣٢)

ومن الأنشطة التي تظهر فيها عملية التعب بوضوح مع مختلف أنواع الأحمال هي نشاط ألعاب القـوى حيث تعتبر ألعاب القوى من الرياضات التنافسية الأساسية والتربوية التي تمثـل مكانـة خاصـة بـين الرياضات الأخرى لكونها تتطلب قدرات خاصة لا تتوفر إلا فى أفراد قلائل ، وتبرز أهميـة ممارسـة ألعاب القوى من خلال تنوع أنشطة الطاقة اللازمة للعمل حيث تختلف الأنشطة من نظام إنتـاج طاقـة هوائي ونظام إنتاج طاقة لاهوائي وذلك يتبع نوع المسابقة التي يمارسها اللاعب. (١١ : ٩)

١/١/١ نظم إنتاج الطاقة أثناء المسابقة :

تحتوى العضلة بداخلها على مصادر إنتاج الطاقة فى هيئة مخزون للعمل العضلى ولا تستطيع العضلة أن تقوم بالإنقباض العضلى بدون إنتاج الطاقة ويأتى ذلك بمجرد وصول الإشارات العصبية من الجهاز العصبى إلى العضلة حيث تتحرر الطاقة نتيجة تكسير المركبات المختزنة لتمدد العضلة بالطاقـة الميكانيكية لحدوث الإنقباض العضلى. (١١ : ١١٢)

٢/١/١ مصادر الطاقة :

تعتمد العضلة على أربعة مصادر توجد بداخلها فى إنتاج الطاقة هى :

- ثلاثى أدينوثين الفوسفات ***Adenosin Triphosphat (ATP)*** .
- كيرياتين الفوسفات ***Creatine Phosphate*** .
- الجليكوجين ***Glycogen*** .
- الدهون ***Fatte*** .

وعندما يطول زمن المسابقة او تكون المسابقة ذو شدة عالية يبدأ الجسم في الاتجاة إلى مصادر اخرى للإنتاج الطاقة فذكر " **بورتمان *Poortman*** " (١٩٩١م) أن البروتين ربما يستخدم لإعادة وبناء وإنتاج ATP بكميات ملحوظة داخل الألياف العضلية ألان أن عمليه تحلله بواسطة الكميائيه تستغرق وقتا طويلا مقارن مع تحلل الكربوهيدرات و الدهون ويشارك البروتين لإنتاج الطاقة عند استنفاذ الجيليكوجين حيث يتم تحول جزء من البروتين لإنتاج الطاقة اويتم تحوله اى سكر داخل الكبد وذلك خلال العمل البدني الشاق و ذلك باستخدام الالانين المتكون فى العضلات ويفرق هذه العملية باسم ***Gluconeogenesis*** . (٦٥: ٤٠،٤١)

ومن ناحية أخرى أشار " **طلحه حسام الدين وآخرون** " (١٩٩٣) أن الأحماض الأمنيه يمكن أكسدتها خلال العمل العضلي المستمر لفترات طويلة وتصل نسبه مشاركتها فى الأداء بالطاقة فى حدود من٥-١٠% من الطاقة الكلية المطلوبة وأشارت الأبحاث ألحديثه أن الأحماض الامنيه تستهلك فى العضلات إثناء الأداء البدني . (٢٢ : ١٤١)

وذكر" **بورتمان *Poortman*** " (١٩٩١م) أن الأحماض الأمينيه تؤكسد فى العضلات الهيكليه إثناء التدريبات البدنية وان مشاركتها فى إنتاج الطاقة تمثل ٣-٥ % من اجمالى الطاقة الكلية و أن التدريبات لفترة ساعتين فان ٥جرام من الأحماض الامينه تتأكد فى كل ساعة وتلك الأحماض الأمينيه تخرج من الكبد و العضلات وينتج عن أكسدتهم تكوين ألامينا. (٦٥ : ٣٩)

وأشار " هوود وآخرون ***Hood et al*** " (١٩٩٠م) أن أكسدة حمض الليوسين تزداد أثناء تدريب الجسم كله وان حمض الليوسين يستخدم مباشرة إثناء التدريب كمصدر للطاقة و يتوقف ذلك على فترة دوام التدريب وكثافة التدريب واستنفاد الجليكوجين الموجود فى الكبد والعضلات وبعد تدريبات التحمل تزداد أكسده الليوسين لكل الجسم في الراحة وإثناء التدريب . (٦٠:٢٣)

متفقا معه " **أبو العلا عبد الفتاح** " (١٩٩٧م) ذاكراً ان مساهمة الليوسين والأحماض الأمينية كمواد للطاقة يصل ما بين ٣-٤ % عند الراحة وتزداد هذه النسبة إلى ١٠ % تقريبا من إجمالي الطاقة عند التدريب البدني حيث تؤدى الأحماض الأمينيه دوراً خاصاً في عملية الأيض " أيض النتروجين " وتمد المخ بمصدر الطاقة و بعد التغذية ويتم أكسدته في العضلات أثناء ألأداء ألبدني والراحة ويتم تخزين الزائد منها في الكبد لحين الحاجة إليه . (٤ : ١٢ - ١٨)

وعلى ذلك فإن النشاط البدني يؤدي إلى حدوث تغيرات متنوعة في التمثيل الغذائي الأحماض الأمينة و حدوث تغيرات ملموسة لانتشار الأحماض الأمينية بالدم و تساهم الأحماض الأمينيه كبدائل للطاقة أثناء النشاط البدني المستمر لفترات طويلة و يساهم حمض الليوسين و الايزوليوسين كبدائل للطاقة العضلية بنسبة ٥-١٥ % وذلك أثناء تدريبات التحمل وذلك عند نقص مخزون الكربوهيدرات بالجسم . (٢ : ١٢)

وعندما تطول مدة المسابقة او تمتاز بالشدة العالية يظهر ما يسمى بظاهرة التعب بنوعية التعب الطرفي والتعب المركزي الذي يعيق اللاعب عن الاداء والاستمرار في أداء الاحمال بشكل سليم ولقد قسم "ابو العلا عبد الفتاح " (١٩٩٧) التعب تبعاً لنوع النشاط المؤدى إلى أربعة أقسام تعب زهني وتعب حسي وتعب الانفعالي وتعب بدني الذي ينقسم بدوره إلى تعب موضعي وتعب جزئي وتعب كلى وقد تم تحديد درجات التعب كما يلي التعب البسيط - التعب الحاد - ألإجهاد - التدريب الزائد - الإعياء - الاضطراب العصبي (١: ٤٤) ويتفق معة " مجدي زكريا " (١٩٨٣م) حيث حدد ثلاث مراكز

للتعب و الإجهاد تقع داخل الجهاز العصبي المركزي وهى مرور الإشارات العصبية من خليه عصبيه لأخرى ، وجسم الخلية العصبية نفسها والنهايات الحسيه . (٣٦: ١٣)

يذكر " **محمد عثمان** " (٢٠٠٠م) ان أعراض التعب تظهر بشكل انخفاض في المستوى البدني والرياضة بصوره عامه وبطء ملحوظ في الأداء الحركي و انخفاض واضح في مستوى التوافق العصبي العضلي و زيادة الفترات الزمنية في قياسات سرعه رد الفعل و تأثير مستوى السرعة نسبيا وانخفاض في انعكاس مستوى السكر في الدم و التأثير السلبي في مصادر إنتاج الطاقة و في مستوى القدرة الانفجارية و انخفاض مستوى الكالسيوم في الخلية و مستوى الجيليكوجين وارتفاع واضح في معدل النبض . (٣٨ : ٢٠)

ويذكر " **على البيك وآخرون** " (١٩٩٥م) أن التعب العضلي يمكن أن يحدث في الجهاز العصبي و العضلة نفسها وذلك حسب نوع النشاط المؤدى فالعمل على العضلي الذي يستمر لفترة طويلة يؤدى إلى تعب الجهاز العصبي المركزي وكذلك النشاط الحركي الذي يتميز بصعوبة أول المهارات الحركية لعده ساعات بينما يحدث التعب في الاتصال العصبي العضلي في الانشطه التي تتميز بالسرعة والقوه المميزة بالسرعة و يحدث التعب في العضلي الذي يتطلب أداء الوحدات الحركية البطيئة دون تركيز للجهاز العصبي . (٢٩ : ٢٩)

وقد بدأ اهتمام العلماء بدراسة الأسباب العامه للتعب وقد أمكن تقسيم هذه الأسباب إلي مجموعتين أحداهما أسباب التعب المركزي والأخرى أسباب التعب الطرفي فترجع أسباب التعب المركزي إلى أن التعب ينتج من جراء انخفاض كفاءة عمل المركز العصبية مما يؤدى إلى ظهور تعب الجهاز العصبي المركزي وهو ما يطلق التعب المركزي ***Central Fatigue*** (١ : ٢٥) و يشير " **دافيز** ***Davis*** " (١٩٩٥) إلي أن فرضية التعب المركزي تقترح أن زيادة سيرتونين المخ ***Sertonin Brain*** يمكن أن يسبب التدهور في أداء التدريب حيث توجد الآن شواهد قاطعة علي تزامن التربتوفان الحر في البلازما (***Ftrp***) ونسبة سلسلة الأحماض الأمينية المتفرعة ***Branched Chain Amino Acids*** مع زيادة سيرتونين المخ وبداية التعب أثناء التمرينات الطويلة . (٤٨)

ونعزي أسباب التعب الطرفي إلى انه أثناء العمل العضلي تتجمع داخل العضلة نواتج الاحتراق الداخلي وبصفه خاصة حامض اللاكتيك و البيروفيك وينتج التعب الطرفي ***Peripheral Fatigue*** إلى:

١- تراكم المواد الناتجة عن العمل العضلي مثل حمض اللاكتيك و البيروفيك .
٢- استنفاذ المواد اللازمة للطاقة مثل ثلاثي ادنوزين الفوسفاتATP و الفسفو كرياتين .
٣- حدوث تغيرات في الحالة الفيزيائيه في العضلة مثل تغيرات كيمائيه و تغير خاصية النفاذية في الخلية العضلية .
٤- اختلال التنظيم و التوافق من مستوى الخلية حتى تنظيمات وميكانيزم الأجهزة الحيوية سواء طرفيا أو مركزيا هذا وتختلف هذه العمليات وتتفاعل فيما بينها حسب نوع العمل وهناك عمليات أخرى ظهرت بعد ذلك .
٥- هذه العمليات الأخرى هي خاصة انتقال الاشاره العصبية من النهاية العصبية إلى سطح الليفة في منطقه اللوح الطرفاني ويتم هذا الانتقال عن طريق ماده الاستيل كولين ***Acetyl Choline***. (٢٨: ٢٣٢-٢٣٣) ، (٢ : ١٠٩)

وفي هذا المجال أوضح " **يوسف دهب** " (١٩٩٨م) أن العمل العضلي الذي يستمر لفترة طويلة والنشاط الحركي الذي يتميز بصعوبة الأداء لعده ساعات يؤدي إلى تعب الجهاز العصبي العضلي وفي العمل العضلي الذي يتطلب السرعة والقدرة فانه يؤدي إلى التعب في أماكن الاتصال العصبي العضلي الذي أداء الوحدات الحركية البطيئة دون تركيز كبير للجهاز العصبي فأنة يؤدى إلى التعب في العضلة نفسها .

هذا وقد أثبتت الأبحاث أن هناك علاقة مباشره بين استهلاك مصادر الطاقة مثل ***ATP – PC*** و الجيليكوجين وحدوث التعب ويعتبر الاكسجين معوق الرئيسي في حاله الانقباض العضلي الأقصى أو الأقل من الأقصى الذي يستمر من ٥ ثواني إلى دقيقتين مما يؤدى إلى أعاده وبناء ATP لاهوائيا عن طريق انشطار PC و جليكوجين العضلة " الجلوكوز " يقف سريان الدم نتيجة للانقباض العضلي الثابت الذي يتراوح مقداره مابين ٦٠-٧٠ أو اكثرمن القوه العضلية .

ويهبط مستوى الفسفو كرياتين في العمل ذو الحمل المستمر لمدة أطول من ١٠ ثواني و اقل من ٢-٣ دقائق وعليه تزيد أهميه O_2 لإنتاج الطاقة الهوائية وتزداد هذه الخاصة $\dot{O}_2$ نظرا لان التمثيل اللاهوائي لا يمكنه الاستمرار في الإمداد بكميه من ATP اكثرمن حوالي ٦٠ دقيقه .

أما بالنسبة للنشاط البدني الذي يستمر من ٣٠-٤٠ دقيقه قلا يودي الافتقار إلي ATP – الفسفو كرياتين ***PC*** والجليكوجين إلى إعاقته حيث انه يحدث هبوط كبير في مستوى PC في العضلة وهذا النقصان في ***PC*** تكون نسبته واحده في النشاط البدني الذي يستمر ٦-٧ دقائق أو إلى حوالي ٢٠ -٢٥ دقيقه وبناء على ذلك إذا كان استهلاك ***PC*** سببا للتعب في هذا النوع من العمل فانه من غير الممكن إن يستمر العمل أكثر من ٦-٧ دقيقه (٢٨ : ٢٣٥ - ٢٣٦) ، (٢ : ١١١ - ١١٢)

ومن ذلك يثبت أن شده التعب ودرجته تتوقف على الكفاءة الوظيفية والحيوية لأجهزه الجسم ومنها إفراز الهرمونات والتغيرات الكيمائية والبيولوجية في العضلات وأجهزه الجسم الحيوية الداخلية وعمليات التمثيل الغذائي للمواد الغذائية ومنها الكربوهيدرات والبروتينات والدهون والتي تتم داخل الجسم أثناء الراحة وأثناء النشاط الحركي والبدني .

وهنا تتبلور مشكلة البحث التي تهتم بمدي تأثير الأحمال البدنية الهوائية والأحمال البدنية اللاهوائيه على بعض الأحماض الأمينية الأساسية المسئولة عن شدة أو انخفاض التعب البدني حيث يرتبط التعب المركزي بزيادة مستوى الأحماض الدهنيه الحرة نتيجة زيادة الحمض الاميني التربتوفان فى الدم وانتقاله من خلال الدم إلى المخ الذي يؤدى بدوره إلى إخلال عمل الخلايا العصبية الطرفية ، فالمجهود والتدريب الرياضي يؤدى إلى زيادة أكسدة الأحماض الأمينيه وترك مخلفات الأكسدة في الدم مما يؤدى إلى زيادة الشعور بالوهن والضعف والهبوط فى المستوى البدني والنهاري والأداء ككل .

ومن ذلك تظهر أهميه دراسة التغيرات الحادثة فى معدلات تركيز الأحماض الأمينيه بعد أداء المجهود الرياضي حيث أن الجرعات التدريبية المختلفة تزيد من أكسدة الأحماض الأمينية ومدى تزامن تلك الأحماض مع ترسبات أحماض التعب المسببة للتعب الطرفي لمعرفه ميكانيزم وأسباب حدوثه ، مع تسجيل ومقارنه كل من تأثير الأحمال البدنية الهوائية و اللاهوائيه على الأحماض الأمينيه كمؤشر للتعب الطرفي المسبب لانخفاض الأداء والمستوى البدني والمهاري وتأثير تلك الأحمال على حمض التربتوفان كأحد أسباب التعب المركزي الذي يؤدي إلى التعب الطرفي حيث الأعصاب والخلايا

العصبية المنتشرة فى الجهاز الحركي الطرفي للإنسان وتم اختيار متسابقي مسابقات المضمار وذلك لان تعد العاب القوى هي المحك الرئيسي التي تظهر فيها عملية التعب بوضوح مع مختلف أنواع الأحمال الحمل البدني الهوائي و الحمل البدني اللاهوائي و استخدام نسب تركيز الأحماض الأمينيه في الدم كمؤشر لحدوث التعب يعد من المؤشرات المستخدمة مؤخراً و حديثاً في المجال الرياضي التي تتمتع بدقة عالية وذلك مع دراسة إنزيمات التعب المختلفة التي ترتبط ارتباط طردي .

في حدود علم الباحثة وقراءاتها و اطلاعها على الشبكة الدولية للمعلومات ***Internet*** ومراجعه الأبحاث العلمية تعتبر هذه الدراسة من الأوائل التي تقوم بدراسة وتحليل أسباب وميكانيزم حدوث التعب الطرفي وتقوم بتحليل التغيرات في معدلات الأحماض الأمينيه مما قد يغير فى تحسين الأداء و الارتقاء بالأداء البدني و المهاري كأول نتيجة لتأخير ظهور التعب ومقاومته وذلك عن طريق إظهار وتفسير بعض العمليات الكيميائية والبيوكيميائيه و الفسيولوجية المرتبطة بعمليات الأيض وإنتاج الطاقة و مقاومه الإجهاد وتأخير ظهور التعب .

ومما سبق فهذه الدراسة تهتم بتأثير الحمل البدني الهوائي واللاهوائي على الأحماض الأمينيه كمؤشر للتعب الطرفي لبعض متسابقي مسابقات المضمار .

٢/١ أهميه البحث :

ترجع الأهمية العلمية لهذا البحث انه يقوم بتقديم إيضاح علمي عن التأثير المباشر للأحمال البدنية الهوائية والأحمال البدنية اللاهوائيه على الأحماض الأمينيه كأحد أسباب التعب الطرفي ،كما تقرن هذه الدراسة التغيرات فى معدلات الأحماض الأمينيه بالتعب الطرفي حيث تقوم الدراسة بتفسير هذه المتغيرات كسبب ومؤشر للتعب الطرفي لدى متسابقي الألعاب القوى مع اختلاف الجرعات التدريبية .

كما تعود الأهمية التطبيقية الى إنها تقوم بوضع الأحماض الأمينيه كأحد العناصر البيوكميائية الهامة في الاعتبار لدى الباحثين و القائمين على المجال الرياضي وذلك لدراسة الظواهر الفسيولوجية المختلفة كما إنها تفتح مجالات البحث لدى الباحثين لمعرفه تأثير الأحمال البدنية المختلفة على باقي الأحماض الأمينية المختلفة كما تقوم بتوجيه اهتمام الباحثين لدراسة أسباب أخرى مسببه لحدوث التعب الطرفي وتقنين استخدام الأحماض كغذاء تكميلي فى فتره المنافسات .

٣/١ أهداف البحث :

١/٣/١ التعرف على تأثير الأحمال الهوائية على معدل القلب وضغط الدم الشرياني على مستوى تركيز بعض الأحَماض الأمينيه الأساسية في الدم وقت الراحة وبعد أداء الأحمال البدنية الهوائية وعلاقتها بإنزيمات التعب الطرفي لدى متسابقي ٥٠٠٠ متر جري .

٢/٣/١ التعرف على تأثير الأحمال الهوائية على معدل القلب وضغط الدم الشرياني على مستوى تركيز بعض الأحماض الأمينيه في الدم وقت الراحة وبعد أداء الأحمال البدنية اللاهوائية وعلاقتها بإنزيمات التعب الطرفي لدى متسابقي ٤٠٠ متر عدو .

١/٤ تساؤلات البحث :

١/٤/١ ما مدى دلالة الفروق في معدل القلب وضغط الدم الشرياني بعد الانتهاء من الأحمال الهوائية وعلاقتها بإنزيمات التعب الطرفي لدى متسابقي ٥٠٠٠ متر جري .

٢/٤/١ ما مدى دلالة الفروق في تركيز بعض الأحماض الامينية الأساسية بالدم بعد الانتهاء من الأحمال الهوائية وعلاقتها بإنزيمات التعب الطرفي لدى متسابقي ٥٠٠٠ متر جري .

٣/٤/١ ما مدى دلالة الفروق في معدل القلب وضغط الدم الشرياني بعد الانتهاء من الأحمال اللاهوائية وعلاقتها بإنزيمات التعب الطرفي لدى متسابقي ٤٠٠ متر عدو.

٤/٤/١ ما مدى دلالة الفروق في تركيز بعض الأحماض الامينية الأساسية بالدم بعد الانتهاء من الأحمال اللاهوائية وعلاقتها بإنزيمات التعب الطرفي لدى متسابقي ٤٠٠ متر عدو.

١/٥ المصطلحات المستخدمة في البحث :

١/٦/١ البروتينات *Proteins*:

مركبات طبيعية ذات جزيئات ضخمه وتعتبر أهم مكون في جميع الأجسام الحية و تدخل في تركيب البروتينات أكثر من حمض أميني وهي تلعب دورا هاما في النواصي ألبيولوجيه التي تنظم سرعة واتجاه التفاعلات الكم يائيه فى الجسم ونقل كل الصفات الوراثية وتعتبر الأساس البنائي للعضلات وتنقسم البروتينات إلى بسيطة ومعقده . (١٣ : ١١) ، (٨٠)

٢/٥/١ الحمض *Acid*:

هي مواد تعطي عند تفككها ايونات الهيدروجين والأحماض أم ان تكون اوكسجينية أو غير اوكسجينية ويدل عدد ذرات الهيدروجين في جزئ الحمض على قاعدية و يذوب العديد من لأحماض جيدا في الماء ولمحاليل الأحماض طعم حامض ويتغير فيها لون المحلول وتتفاعل الأحماض مع الفلزات والاكاسيد والأملاح . (١٣ : ١٧) ، (٨٤)

٣/٥/١ الأحماض الأمينية *Amino Acids*:

هي أحماض عضوية تحتوي على مجموعة أو عدة مجموعات أمينيه وتدخل في تركيب البروتينات وتقسم الأحماض الأمينية الى أحماض وA أحماض B وذلك تبعا لوضع مجموعة الأمين بالنسبة لمجموعة الكربوكسيل وتقسم الأحماض الأمينية الى أحماض أحادية الأمين وثنائية الامين تبعا لعدد المجموعات الأمينية فيها والأحماض الأمينية مواد بلورية صلبة معظمها يذوب في الماء ولا يذوب في المذيبات العضوية ولها طعم حلو وقد تم التوصل الى ٢٠ حمض أميني ويمكن الحصول عليها صناعيا بتفاعل النشادر مع الأحماض الحاوية على الهيلوجين وتصنع من الأحماض الأمينية في الجسم الحي بروتينات لمختلف الأعضاء و الأنسجة وكذلك الهرمونات والإنزيمات وغيرها من المواد البيولوجية الهامة . (١٤ : ١٧) ، (٢٦ : ١٧٥)

١/٥/٤ الإنزيم *Enzyme*:

هي كلمة لاتينية تعني *In Yeast* (في الخميرة) ، إذ أن عملية الحفز الحيوي ، اكتشفت أولا في عملية تخمر الجلوكوز إلى كحول بوساطة الخميرة والإنزيم عبارة عن بروتين أو معقد بروتيني معدني يعمل ضمن الجسم الحي في نطاق درجة حرارة الجسم الفسيولوجية كوسيط يعمل على تسريع التفاعلات الكيميائية الحيوية و التحكم بالبنية الفراغية للناتج ، آلية عمله تشابه باقي الوسطاء عن طريق خفض طاقة تنشيط التفاعل *Activation Energy* مما يسمح بانجاز تفاعلات تجري عادة ضمن درجات حرارة مرتفعة جدا ، وفق الشروط الحيوية بدرجة حرارة لا تتعدى درجة حرارة الجسم الحي ، ليعود بعد انجاز التفاعل الى وضعه الأصلي مما يمكنه من المشاركة بتفاعل جديد و هذا ما يسمح لكميات قليلة من الأنزيم بالمشاركة لفترة زمنية طويلة في التفاعل. (٨٤) ، (٢٦ :٢٢٩)

١/٥/٥ الناقلات العصبية *Neurotransmitters* :

عبارة عن مواد كيميائية موجودة في منطقة ارتباط خلية عصبية بخلية عصبية أخرى وتنظم هذه المواد الكيميائية الإشارة العصبية القادمة من الدماغ أو المتجهة الى الدماغ. تتكون هذه المواد الكيميائية في منطقة تدعى ماقبل منطقة التشابك بين خليتين عصبيتين وتقوم بإرسال الأيعازات الى منطقة مابعد التشابك بين الخليتين . يوجد عادة مالا يقل عن ١٠،٠٠٠ من ناقلات الإرسال العصبية في منطقة تشابك أي خليتين عصبيتين وعندما يصل إيعاز معين من الدماغ الى نهاية خلية عصبية يتحفز الآلاف من ناقلات الإرسال العصبية لتقوم بنقل الإيعاز الى منطقة مابعد التشابك مع الخلية العصبية المجاورة حيث تقوم بالاتحاد مع مستقبلات موجودة في الخلية العصبية المجاورة . (٨٤) ، (٨٦)

١/٥/٦ الأكتين *Actin* :

بروتين بنائي والذي يعمل مع الميوسين لبدء الانقباض العضلي . (٤٢ : ٣٥)

١/٥/٧ الميوسين *Myosin* :

. بروتين قابض يوجد في الخيوط السميكة للميوفيبر التي تحتوي على الكوبري المتقاطع الذي يربط مع الاكتين وشطر ثلاثي ادنوزين الفوسفات ليسبب الانقباض العضلي . (٤٢ ، ٣٥)

١/٥/٨ تروبوميوسين *Trpomysin*:

البروتين الذي يغطي أماكن الارتباط بالاكتين والذي يمنع الكوبري المتقاطع للميوسين من لمس الأكتين. (٨٧)

١/٥/٩ تروبونين *Trponin*:

هو البروتين الذي يتحد مع الاكتين و التروبو ميوسين والذي يرتبط مع Ca^{++} ويبدأ الحركة التروبو ميوسين على الاكتين ليسمح بالكوبري المتقاطع للميوسين للمس الاكتين وبدأ الانقباض . (٨٧)

١/٥/١٠ ميثيونين *Methionine*:

هو من الأحماض الأمينية الضرورية الأساسية في تركيب العضلة . و احتمالية ارتباط هذا الحمض الاميني بالتكلس العظم في الخلايا العضمية ***Ossification Endochondral*** وهو يقوم أيضا بتنظيم أيض الخلايا والنمو . (٨٥)

١/٥/١١ الهستدين *Histidine* :

من الأحماض الأمينية الأساسية و الذي يتواجد في العضلة و يساعد في نقل النحاس في الجهاز الدوري ، كما يتداخل في أيض الهيستامين ، كما يعتبر مهما في نقل السيلات العصبية ويحتاج في أيضه الطبيعي الى كل من : النحاس الخراصين و فيتامين هـ E . (٨٥)

١/٥/١٢ الفينيل النين *Phenylalanin* :

وهو من الأحماض الأمينية الأساسية و التي تدخل في تركيب العضلات ، و هو يعتبر مسار لتخليق الكاتكولامين ***Catecholomin*** فهذه المادة مشابه للأدرنالين ***Adrenalin*** وهو باستطاعته أن يؤثر على الألم كا مثبط أو مسكن أيضه الطبيعي يحتاج الى العناصر التالية : الحديد والنحاس وفيتامين ب٦ كما انه مسار لتخليق التيروسين . (٨٥)

١/٥/١٣ الليسين *Lysin* :

من أهم الأحماض الأمينيه الضرورية للإنسان إذ انه يحتوي على نسبة عالية في العضلات وله مسار تفاعلي ***Acetylcoa*** الرئيسي لأيض الكربوهيدرات ، و كذلك فهو يحتوي على النسبة العالية للكولاجين ***Collagen*** وهو كذلك مسار للكرنتين ***Carnitin*** و يحتاج لأيضه الطبيعي أو تمثيله الغذائي الى الريبوفلافين ***Riboflavine*** والنياسين وب٦ والحديد . (٨٥)

١/٥/١٤ الثيروثين *Threonine*:

وهو التركيب الأساسي للعضلة كذلك وهو يتداخل في ايض الدوبامين ونوربيفيرين وايبينفرين (أدرنالين) واحتياجات هذا الحمض تتزايد في حالة الإجهاد ، وأيض هذا الحمض يحتاج الى النحاس حمض الفوليك . (٨٥)

١/٦/١٥ التعب *Fatigu* :

هو الحالة التي تقل فيها ألقدره على الاستجابة بفاعليه للمتغيرات وهو أيضاً عبارة عن عدم المقدرة على الاستمرار في الاحتفاظ ببذل الجهد و عدم ألقدره على تكرار الانقباضات العضلية بنفس القوة المعتادة . (٣٧ : ٧٨) وهو هبوط وقتي في المقدرة على الاستمرار في العمل ويمكن قياسية من مظاهرة الخارجية عن طريق قلة كمية العمل الميكانيكي المؤدى .(٢ : ١١٤)

١٦/٦/١ التعب المركزي *Central Fatigu* :

هو التعب الذي يحدث فى الجهاز العصبي المركزي نتيجة الإعاقة المحدودة التي تنتج بالمراكز العصبية من جراء الإنهاك الوظيفي وكذلك حدوث تغير في نظام تبادل المواد داخل الجهاز العصبي المركزي وتبعا لذلك فان ذلك يؤدى إلى حدوث ردود أفعال معقده في الجهاز العصبي . (٣ : ٢٥) ، (٢٢ :٢٤)

١٧/٦/١ التعب الطرفي *Peripheral Fatigu*:

هو التعب الطرفي الحادث في العضلات نتيجة لزيادة أو نقصان الناقل العصبي الاستيل كولين وأيضا لتراكم نواتج الاحتراق داخل العضلة و بصفه خاصة حمض اللاكتيك وهذا يؤدى إلى عدم استمرار العمل البدني . (٣ :٢٥) ، (٢٢ : ٢٤)