

ان درجة مشاركة هذه الانظمة الفسلجية او تلك في اداء تمارين ذات الصفة والقدرة المختلفة لا تكون متساوية , وعند أداء أي نوع من التمارين يمكن افرار الانظمة المحتملة الاساسية القيادية والتي تحدد إمكانياتها الوظيفية قدرة الانسان في أداء هذا التمرين بمستوى الشدة او الصفة المطلوبة وتحدد درجة أحمال هذه الانظمة من حيث العلاقة بقدراتها القصوى والاستمرارية المحدوده لاداء هذا التمرين , اي فترة حلول حالة التعب , وبهذا الشكل فان القدرات الوظيفية للأنظمة لا تحدد بشدة تنفيذ هذا التمرين واستمراريته القصوى او طبيعته ولا تكون اسباب التعب عند اداء الانواع المختلفة من التمارين متساوية وترتبط ملاحظة الاسباب الرئيسية للتعب بمفهومين أساسيين :

فالمفهوم الاول يمثل التعب الموضوعي , أي افرار ذلك النظام الذي تحدد فيه التغييرات الوظيفية حلول حالة التعب .

والمفهوم الثاني يمثل اليات التعب , اي تلك التغييرات المعينة في نشاط الانظمة الوظيفية والقيادية التي تشتت تطور التعب .

وبموجب التعب الموضوعي يمكن افرار ثلاث مجاميع اساسية من الانظمة تؤمن تنفيذ جميع التمارين وهي :

1. الانظمة المسيطرة : وهي النظام العصبي المركزي والنظام العصبي العضلي والنظام الهرموني .
2. نظام التأمين الوظيفي للنشاط العضلي : هي مجموعة أنظمة التنفس والدم والدورة الدموية
3. النظام المقيد : الجهاز الحركي (الطرفي العضلي – العصبي) .

عند اداء اي من التمارين , تحدث تغييرات وظيفية في حالة المراكز العصبية التي تتحكم بالنشاط العضلي وتسيطر على تأمينها الوظيفي , فتكون المراكز العصبية القشرية اكثر حساسية للتعب , ويظهر الإخلال في التناسق الوظيفي غالبا في الحركات , كما يظهر الإحساس بالتعب كظواهر التعب العصبي المركزي , وقد أشار الباحث , (سيتيشينوف ) إلى ذلك حيث قال " يدخل مصدر الإحساس بالتعب بشكل اعتيادي بالعضلات العاملة أما انا فادخله في النظام العصبي المركزي بشكل استثنائي (( . وتبقى اليات التعب العصبي المركزي غير معللة في كثير من الامور , فطبقا لنظرية ( اي. ب . بافلوف ) يعرف تعب الخلايا العصبية على انه ظهور كبح وقائي خارج الحدود , ينشأ كنتيجة لنشاط تلك الخلايا , وغالبا ما يعتقد , أن مثل هذا الكبح يظهر في وقت العمل , وقد يكون التعب مرتبطا بتغييرات في النشاط الوظيفي للنظام العصبي والغدة الصماء ويكون دور الاخيرة كبيرا بشكل خاص عند التمارين الطويلة ان تغير هذه

المنظومات في النشاط يمكن ان يؤدي الى اختلال في تنظيم الاجهزة الوظيفية والتامين الطاقى للفاعليات العضلية وهكذا .....! يمكن ان تعمل الكثير من التغيرات في نشاط انظمة التامين الوظيفي , وقبل كل شيء انظمة التنفس ونظام القلب – الوعائي كسبب لتطور التعب , بالاضافة الى انخفاض قدرات نقل الاوكسجين في جسم الشخص العامل , وقد يرتبط التعب بتغيرات في الجهاز الحركي أي في العضلات العاملة وعند ذلك يكون التعب العضلي ( الطرفي ) كحصيلة للتغيرات التي تظهر في الجهاز التنقلصي للالياف العضلية او في المجسات العصبية العضلية , وقدما تمت صياغة ثلاث اليات اساسية للتعب العضلي :

1. نضوب مصادر الطاقة
2. التسمم بالنواتج المتجمعة لتفكك المواد النشطة .
3. الاختناق نتيجة لعدم كفاية ورود الاوكسجين

ويتضح في الوقت الحاضر ان دور هذه الالياف في تنمية التعب غير متساوي عند اداء التمارين المختلفة , عند اداء التمارين اللاأوكسجينية يلعب نضوب مخزون الفوسفوجينات داخل العضلة دورا مهما جدا في تطوير التعب العضلي وخاصة في تمارين القدرة القصوى او القريبة من القصوى وعند نهاية ادائها ينخفض تركيز ATP بمقدار ( 30-50% ) أما تركيز CP فانه ينخفض بمقدار ( 80 – 90% ) في المستوى النهائي , وطالما تعمل الفوسفوجينات لهذه التمارين كمصدر قيادي نشط فان نضوبها يؤدي الى استحالة المحافظة على القدرة المطلوبة للتقلصات العضلية , وكلما كانت قدرة الاحمال أقل كلما كان انخفاض محتويات الفوسفوجينات في العضلات العاملة عند نهاية العمل اقل , وعندئذ يكون دور هذا الانخفاض في تطوير التعب العضلي صغيرا , أما عند اداء التمارين الاوكسجينية فلا يحدث انخفاض في المخزون داخل العضلات بالنسبة للفوسفوجين , او يكون هذا الانخفاض غير كبير , لذلك لا تلعب الالية الحالية اي دور في تنمية التعب .

ان تحلل السكر ( تحلل الكلايكوجين ) يلعب دورا قياديا او مؤثرا في التامين الطاقى للعضلات العاملة عند اداء تمارين القدرة اللااوكسجينية قريبة من القصوى وكذلك القدرة الاوكسجينية القصوى , ونتيجة لهذا التفاعل تتكون كمية كبيرة من حامض اللبنيك مما يؤدي الى ارتفاع في تركيز الايونات الهايدروجينية ( انخفاض PH ) في الخلايا العضلية , ونتيجة لذلك تتعرق سرعة تحلل السكر وسرعة نواتج الطاقة الضرورية للمحافظة على قدرة التقلصات العضلية المطلوبة , وبهذا الشكل يكون تجميع حامض اللبنيك ( انخفاض PH ) في العضلات العاملة , كالية قيادية للتعب العضلي عند اداء تمارين القدرة اللااوكسجينية دون القصوى , كما انها ستكون طبيعية جدا عند اداء التمارين اللااوكسجينية القريبة من القصوى والقدرة الاوكسجينية القصوى , وخلال فترة اداء تمارين القدرة اللااوكسجينية

القصوى لم يفلح تحلل الجيلوكوجين بالانشطار , فلذلك يكون تجمع الالاسيد في الخلايا العضلية غير كبير , فكلما كانت قدرة الحمل في تمارين القدرة اللااوكسجينية أقل كلما كان دور تحلل السكر اللااوكسجيني في نواتج النشاط العضلي أصغر , ووفقا لذلك سيكون تركيز الالاسيد في العضلات في نهاية العمل اقل , وبالتالي لا يحدث هناك تجمع بكميات كبيرة للالاسيد في العضلات عند اداء تمارين القدرة اللااوكسجينية القصوى وكذلك عند اداء تمارين القدرة الاوكسجينية غير القصوى ولهذا السبب لاتكون هناك اي اهمية لهذه الالية في تطوير التعب العضلي , اما بالنسبة لبعض التمارين فيلعب نضوب مصادر الكاربوهيدرات وبالدرجة الاساسية الجليكوجين كمصدر اساسي في تأمين التمارين اللااوكسجينية والتمارين الاوكسجينية القصوى بالطاقة فعند اداء هذه التمارين ينشطر هو بطريقة لا اوكسجينية بشكل استثنائي تقريبا مع تكون الالاسيد الذي يؤدي الى ( انخفاض PH ) وخفض السرعات صرفة للجيلوكوجين العضلي بسرعة , الامر الذي يحدد في النهاية جعل هذه التمارين قصيرة فلذلك يكون صرف الجليكوجين العضلي عند اداء هذه التمارين غير كبير اذ يصل الى 30% من المحتويات النهائية ولايمكن اعتباره عامل مهما للتعب العضلي , ان الكاربوهيدرات ( الجليكوجين العضلي وجلوكوز الدم ) في التمارين الاوكسجينية القريبة من القصوى تعمل كمصادر طاقة اساسية للعضلات العاملة والمستخدمة في التفاعلات المؤكسدة , ولقد تم اثبات اهمية المصادر الكاربوهيدراتية للجسم لكفاءة الاداء الاوكسجينية القريبة من القصوى في ابحاث خاصة , وفيها قام الخاضعون للاختبار باداء التمارين الاوكسجينية القريبة من القصوى ( بمستوى يقارب 75% ) من الحد الأقصى لاستهلاك مرة واحدة بتركيز اعتيادي للجيلوكوجين في العضلات وفي الكبد باستعمال وجبة غذائية اعتيادية ومختلفة, وقد استغرق معدل تنفيذ التمرين(90دقيقة) تقريبا وفي نهاية العمل انخفض تركيز الجيلوجين في العضلات الى الصفر قريبا , وقام الخاضعون للاختبار باداء التمرين نفسه مرة اخرى بعد مضي (3 ايام ) في بعض الحالات وعلى امتداد الايام الثلاثة هذه لم تضم الوجبة الغذائية مادة الكاربوهيدرات (وجبة زلالية دهنية ) وخلال هذه الايام لم تحدث استعادت الجيلوجين المصروف في العضلات والكبد, لذلك تم تكرار التمرين في حالة تركيز الجيلوجين المنخفض وانخفضت استمراريته القصوى كحد متوسط الى 60دقيقة

وفي حالات اخرى وعلى امتداد (3 ايام ) بعد نضوب جيلوجين الحمل احتوت الوجبة الغذائية كاربوهيدرات بتركيز مرتفع 80-90% من الاحتياج الحراري اليومي امنته الكاربوهيدرات مقابل 40% في الوجبة المتلطفة ونتيجة لذلك تجاوز تركيز الجليكوجين في العضلات والكبد (1.5-3 مرات ) التركيز الاعتيادي بالنسبة للشخص الحالي , إن هذا التناقص لجيلوجين الحمل " الناضب " والوجبة الغذائية المزدوجة بالكاربوهيدرات للأيام الثلاثة اللاحقة والتي سببت ارتفاعاً ملحوظاً في تركيز الجيلوجين في العضلات العاملة والكبد أطلق عليها تسمية طريقة التشبع الكاربوهيدراتي (كوتس ) ,

واستخدام هذه الطريقة يؤدي الى زيادة كبيرة في اطالة متوسط العمل الاقصى الى 120 دقيقة , وفي تأمين التمارين الاوكسجينية بالطاقة ذات القدرة المنخفضة جداً ( المتوسطة وما دونها) تلعب الشحوم الى جانب الكربوهيدرات دورا كبيرا , وفي نهاية أداء هذه التمارين يكون تركيز الجليكوجين في العضلات العاملة منخفضاً بشكل ملموس , ولكن ليس بنفس الدرجة التي تكون فيها التمارين الاوكسجينية دون القصوى , لذلك لا يمكن اعتبار نضوبه كعامل اساسي للتعب ومع ذلك فهو عامل مهم , فمع انخفاض تركيز الجليكوجين في العضلات العاملة فانها تستخدم وبدرجة كبيرة جلوكوز الدم الذي وكما هو معلوم يشكل مصدراً طاقياً وحيداً للنظام العصبي ومن اجل مضاعفة استخدام العضلات العاملة للجلوكوز ينخفض مخزون الجليكوجين في الكبد والذي عند انشطاره يتم تأمين ورود الجلوكوز الى الدم فلذلك وحسب درجة اداء تمارين القدرة الاوكسجينية المتوسطة ينخفض تركيز الجلوكوز بالدم ( يتضاعف هبوط سكر الدم ) , مما قد يؤدي الى اختلال نشاط منظومة العصب المركزي والتي تؤدي الى التعب فكلما كان تركيز الجليكوجين النهائي في العضلات والدم اعلى كلما تأخر تطور هبوط سكر الدم والتعب عند اداء هذه التمارين , ان تناول الكربوهيدرات ( الجلوكوز ) اثناء قطع المسافات يمنع او يبعد هذه الظواهر , وبالإضافة لذلك اذا تم تناول الكربوهيدرات قبل الانطلاق فسيرتفع طرح ( الانسولين) في الدم وسينخفض تركيز ( الجلوكوز ) اثناء العمل , اي يتطور هبوط سكر الدم بسرعة جدا ويحل التعب .