" تأثير تناول السوائل ذات دليل السكر المرتفع علي مستوي حمض خماسي هيدروكسي الاندول كمؤشر للتعب المركزي لدي الرياضيين "

م.د/ هيثم عبد الحميد احمد داود

مقدمة ومشكلة البحث :

عملية التعب هي محصلة التغيرات التي تحدث في مختلف الأعضاء وأنظمه الجسم كلها خلال فتره أداء العمل البدني ، والتي تؤدي في نهاية الحمل البدني والعمل العضلي إلى عدم استمراره .

كما يرتبط التعب ارتباطا وثيقا بالأداء الذي يتميز بالتحمل سواء كان هذا التعب مؤقت أو دائم ويمكن أن يكون هذا التعب وظيفياً أو نفسياً أو عضوياً من حيث طبيعته ، ففي هذه الحالة لا يكون الفرد قادراً على المحافظة على مستوى الشدة المطلوبة أو تقنية الأداء .

(٧ : ٩٣) (٩ : ١٠٣) (١٤ : ٣٦٢)

وبالرغم من استمرار جهود العلماء لم تزل مشكله التعب تمثل تحدياً للعلماء يجذب اهتماماتهم على مر السنين ، وقد اتخذت الدراسات في هذا المجال اتجاهين أساسيين ، اولهما الكشف عن مواضع حدوث التعب ، والأخر هو الكشف عن آليات حدوث التعب ، حيث يشير كلاً من " **أبو العلا عبد الفتاح** " (١٩٩٩) و " **روبرت** " (١٩٩٧) ، إلى أن هناك نظريتان لحدوث التعب هما : النظرية الطرفية التي تحدد مكان التعب في العضلة ذاتها أو ما يطلق عليه (التعب الطرفي **Peripheral Fatigue**) ، والنظرية المركزية والتي تحدد مكان حدوث التعب في الجهاز العصبي أو ما يطلق علية (**التعب المركزي Central Fatigue**) . (٣ : ٢٥) (٢٨ : ٥٥٠)

لذلك حدثت طفرة في أبحاث التعب المركزي حينما اكتشف العالم الكيميائي "اريك نيوشولم" " **Eric Newsholme** " من جامعة أكسفورد وزملائه افتراضية جديدة لتفسير حدوث التعب المركزي والتي تشير إلى زيادة تركيز (السيروتونين) **Serotonin** أو **5-HT** (**5-hydroxytryptamin**) في المخ ، وهي مادة كيميائية يقوم المخ بتصنيعها من حامض أميني يسمى تربتوفان (**Tryptophan**) ، وقد وجد أن لهذه المادة تأثير تثبيطي على انتقال الإشارات العصبية ، لذلك يرتبط زيادة تركيزها في المخ بزيادة التعب والميل إلى النوم ، ويظهر هذا التأثير جلياً في انخفاض مستوى الأداء الرياضي نتيجة للتعب . (٤ : ١٢٩) (١٩ : ٥٤٧)

---

* مدرس فسيولوجيا الرياضة بقسم علوم الصحة الرياضية بكلية التربية الرياضية للبنين بالهرم – جامعة حلوان

حيث تعتمد قوة الانقباض العضلي بشكل كبير على نشاط الجهاز العصبي المركـزي وأيضـا على عدد الوحدات الحركية المشاركة في العمل ، ولا تستطيع الخلايا العصبية الاستمرار في العمـل لمدة طويلة وخاصة في التدريب البدني العنيف ، حيث يحدث التعب نتيجة حدوث هبوط في كفاءة عمل الخلايا العصبية ، مما يؤدي إلى تأخير وصول الإشارات العصبية إلى العضلات وبالتالي هبوط فـي قوة وسرعة الانقباضات العضلية وهبوط الأداء بشكل ملحوظ . (٨ : ٢٨) (٢٩ : ٩٩)

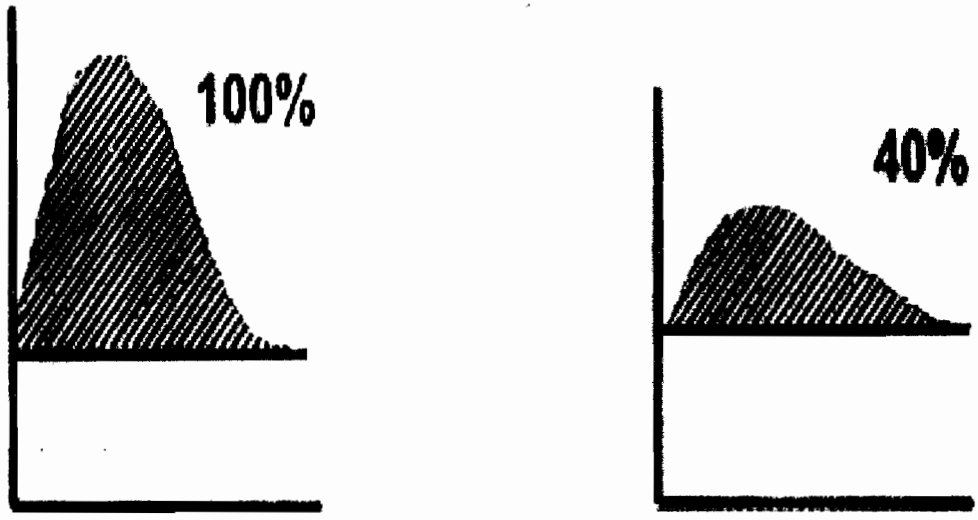
ويعتبر أحد أهم المؤشرات على حدوث التعب المركزي بالجسم هو تحليل حمـض خماسـي هيدروكسي الإندول (5-HIAA) والذي يتم قياسه في البول ، حيث يعتبر النـاتج النهـائي لعمليـات التمثيل للسيروتونين داخل المخ ، وبالتالي فإن زيادة هذا الحمض تعبر عن زيادة السيروتونين في المخ وبالتالي حدوث التأثير التثبيطي للناقلات العصبية . (١٧ : ٢٢٦)

ويعتبر نقص سكر الجلوكوز بالدم **Hypoglycemia** الخطر الرئيسي الـذي يجـب تجنبـه خاصة خلال الأنشطة التي تستمر لفترة طويلة ، وذلك عن طريق تناول الرياضي للجلوكوز أو غيره من المشروبات المحتوية على الكربوهيدرات ، ومن هنا تعتبر التغذية أحد الوسائل الهامة لرفع مستوى الكفاءة البدنية وزيادة سرعة عمليات الاستشفاء ، حيث تتكون الكربوهيـدرات مـن ذرات الكربـون والهيدروجين والأكسجين وهي المصدر الرئيسي لإمداد الجسم بالطاقة وتوجد غالبـاً فـي المصـادر النباتية ، وعندما يقل تناول اللاعب للمواد الكربوهيدراتية يتعرض لحالة نقص سكر الدم مما يسبب ما يسمى بالتعب المركزي أو تعب الجهاز العصبي المركزي **Central Fatigue** ، ومن ثـم يصـبح اللاعب في حالة توتر حيث يحتاج الجهاز العصبي إلى سكر الجلوكوز كغذاء رئيسي ، كمـا يصـبح اللاعب قليل التركيز والسيطرة على الأداء وتزداد أخطاء اللاعب ، ولذلك فان تناول اللاعـب كميـة كافية من الكربوهيدرات يحافظ على الأداء العالي ويعمل على تأخير ظهور التعب .

(٣ : ١١٩ ، ١٢٠ ، ١٦٠) (١٠ : ٤)

ويتم تصنيف نوعية الكربوهيدرات ومدى تمثيلها الغذائي داخل الجسم من خلال ما يسمى بدليل سكر الدم **Glycmeic Index (GI)** حيث يتم إعطاء قيمة للمادة الكربوهيدراتية مـن (٠ – ١٠٠) بناء على نسبة تركيز السكر (الجلوكوز) بالدم بعد تناول المواد الكربوهيدراتية ، حيث تكون المـواد ذات دليل السكر المرتفع هي المواد التي يتم هضمها وامتصاصها سريعاً داخل الجسم ، وعلى العكس المواد ذات دليل السكر المنخفض هي المواد التي تحتاج إلى وقت طويل للهضم والامتصاص .

ويتم قياس مستوى دليل السكر بالنسبة للغذاء عن طريق تناول (٥٠) جرام من الكربوهيدرات ، ثم قياس مستوى سكر الدم بعد مرور ساعتين ، وقد تم تصنيف وقياس دليل السكر لأكثر من (٤٠٠) نوع من المواد الكربوهيدراتية حتى الآن ، حيث وجد أن الجلوكوز يمثل أعلـى نسـبة فـي المـواد الكربوهيدراتية بالنسبة لدليل سكر الدم حيث يمثل (١٠٠ %) من هذا الدليل . (٢٠ : ١) (٢٢ : ١)



شكل (١)

استجابة سكر الدم بعد ساعتين من تناول كربوهيدرات ذات دليل سكر مرتفع وذات دليل سكر منخفض

(٢٢ : ١)

وتكمن مشكلة البحث في أن ظاهرة التعب تعتبر من مظاهر العمل اليومي بصفة عامة ومن مظاهر النشاط الرياضي بصفة خاصة ، حيث يتأثر الأداء الرياضي بهذه الظاهرة ، ويرجع ذلك إلى أن الفرد المجهد تتناقص إنتاجيته وتقل كفاءته العامة نتيجة لحدوث تغيرات فسيولوجية وبيوكيميائية في أجهزة الجسم المختلفة والتي تقلل في مجموعها من كفاءة الفرد ومقدرته على استمرارية المجهود .

وقد توصلت الدراسات المختلفة التي تتبعت منحنيات التعب أثناء الأداء إلى أن معدلات الأداء تنخفض باستمرار العمل وانه يوجد معامل ارتباط عكسي بين التعب المركزي ومستوى الأداء .

(١٢ : ٤)

ومن هذا المنطلق ظهرت فكرة هذا البحث في محاولة الباحث إيجاد بعض الحلول التطبيقية للتغلب على مشكلة التعب المركزي باستخدام السوائل ذات دليل السكر المرتفع **(High Glycemic Index)** ، والتي قد يكون لها فعالية في تقليل حدوث التعب المركزي ، والتي تتمثل في استخدام محلول الجلوكوز مع المتسابقين قبل أداء المجهود البدني الهوائي ، لما له من تأثير كبير في تقليل الاعتماد على الأحماض الأمينية بالجسم وبالتالي تقليل وصول حمض التربتوفان **Tryptophan** للمخ والذي ينتج عنه مادة السيروتونين **Serotonin** المسببة للتعب .

أهداف البحث :

يهدف هذا البحث إلى التعرف على تأثير تناول السوائل ذات المستوى العالي لدليل السكر ، بالإضافة إلى تأثير المجهود البدني على التعب المركزي (عن طريق تحليل حمض خماسي هيدروكسي أستيك الإندول (5-HIAA) في البول ، لدى مجموعتي البحث الضابطة والتجريبية من خلال القياسات القبلية والبعدية وذلك من خلال تحقيق الأهداف الفرعية التالية :

١- التعرف على تركيز حمض 5-HIAA في البول ومعدل النبض في القياسين القبلي والبعدي لدى المجموعة الضابطة .

٢- التعرف على تركيز حمض 5-HIAA في البول ومعدل النبض في القياسين القبلي والبعدي لدى المجموعة التجريبية .

٣- مقارنة بين مجموعتي البحث الضابطة والتجريبية بالنسبة تركيز حمض 5-HIAA في البول ومعدل النبض في القياسين القبلي والبعدي .

فروض البحث :

١- توجد فروق دالة إحصائياً بين القياس القبلي والقياس البعدي في تركيز حمض 5-HIAA في البول ومعدل النبض لصالح القياس البعدي بالنسبة للمجموعة الضابطة .

٢- توجد فروق دالة إحصائياً بين القياس القبلي والقياس البعدي في تركيز حمض 5-HIAA في البول ومعدل النبض لصالح القياس البعدي بالنسبة للمجموعة التجريبية .

٣- توجد فروق دالة إحصائياً بين مجموعتي البحث الضابطة والتجريبية في تركيز حمض 5-HIAA ومعدل النبض بالنسبة للقياسات البعدية لصالح المجموعة التجريبية .

مصطلحات البحث :

التعب : Fatigue

هو هبوط تدريجي وقتي في المقدرة على الاستمرار في أداء العمل والحالة الوظيفية للجسم لأداء عمل سابق ويمكن قياسه من مظاهرة الخارجية عن طريق قلة العمل الميكانيكي المؤدى .
(٢ : ١٠٩)

التعب المركزي : Central Fatigue

هو التعب الذي يحدث في الجهاز العصبي بسبب خلل في عمل الناقلات العصبية ومنها زيادة تركيز السيروتونين في المخ وبالتالي تثبيط عمل الإشارات العصبية مما يسبب الشعور بالتعب والإنهاك . (٢٦ : ٣٣)

حمض التربتوفان : Tryptophan

هو أحد الأحماض الأمينية الأساسية والذي يقوم بتكوين أحد الموصلات العصبية داخل المخ وهي السيروتونين . (٣ : ٢٦)

حمض خماسي هيدروكسي أستيك الإندول : 5-HIAA

هو الناتج النهائي لتفاعلات حمض التربتوفان في المخ والذي يعتبر أحد مؤشرات التعب المركزي . (١٧ : ٢٢٤)

دليل السكر : Glysemic Index (GI)

هو مؤشر لتصنيف المواد الكربوهيدراتية تبعاً لاستجابة سكر الدم لها . (٣٢ : ٩)

الدراسات المرتبطة :

بالرغم من أهمية موضوع التعب المركزي وتأثيرها السلبي على مستوى الأداء ، وأيضاً تناول الكربوهيدرات وتأثيرها على مستوى الأداء الرياضي وتقليل التعب ، بالإضافة إلى نوعية وكمية المواد الكربوهيدراتية التي يجب أن يتناولها الرياضي ، إلا أن الدراسات العربية في هذا المجال مازالت قليلة حيث قام " **إيهاب محمد محمود** " (٢٠٠٠) (٥) بدراسة " **تأثير الحمل البدني الهوائي واللاهوائي على التربتوفان وسلسلة الأحماض الأمينية كمؤشرات للتعب المركزي** ، حيث اشتملت عينة البحث على (١٠) لاعبين تم تقسيمهم إلى مجموعتين (مجموعة الحمل البدني الهوائي ، ومجموعة الحمل البدني اللاهوائي) ، وتوصل الباحث إلى أن الحمل البدني الهوائي واللاهوائي من شأنه زيادة نسبة تركيز حمض التربتوفان وسلسلة الأحماض الأمينية في الدم وبالتالي حدوث التعب المركزي ، ودراسة **وائل محمد توفيق** (٢٠٠٢) (١١) بعنوان " **تأثير مستويات مختلفة لدليل سكر الدم على سرعة الاستشفاء الفسيولوجي لدى السباحين** " حيث اشتملت عينة البحث على مجموعة السباحين ، وقد دلت النتائج على أن المواد ذات دليل السكر المرتفع تؤدي إلى سرعة الاستشفاء الفسيولوجي لدى السباحين مقارنة بالأنواع الأخرى .

أما بالنسبة للدراسات الأجنبية فقد تنوعت هذه الدراسات من حيث تناولها لمشكلة التعب المركزي وكيفية التغلب عليها حيث قام "**بيرك ل.م**" **"Burk LM"** (٢٠٠١) (١٣) بدراسة " **الاحتياجات الغذائية لأداء التمرين في الجو الحار** " إلى معرفة أفضل أنواع المواد الغذائية والتي من شأنها أن تساعد على تحسين الأداء البدني ، وقد أكدت الدراسة على أن الكربوهيدرات تعتبر من أفضل أنواع المواد الغذائية للتأثير الايجابي على الأداء ، كما أن الحاجة إلى تناول الكربوهيدرات يزيد في حالة زيادة درجة الحرارة ، وقد أشارت الدراسة على أن الكمية المناسبة من الكربوهيدرات بالنسبة للمحلول المائي تتراوح من ٤ – ٨% ، حيث تعتبر أفضل نسبة لسرعة الامتصاص ، وقد استنتجت الدراسة أن تناول الكربوهيدرات من شأنه أن يؤخر ظهور التعب ، ولكن الأمر يحتاج إلي دراسات أخرى بشأن تحسين مستوى الأداء .

كما تشير دراسة "جوميز ميرنو" Gomez-Merino D وآخرون (٢٠٠١) (١٦) بعنوان "**الدلائل على مقاومة سلسلة الأحماض الأمينية المتفرعة لتأثير التمرينات على زيادة السيروتونين**" ، وقد أكدت الدراسة على أن سلسلة الأحماض الأمينية تقوم بمنافسة التربتوفان في الوصول إلى المخ وبالتالي تقلل من تكوين السيروتونين **5-HT** ، حيث قامت عينة البحث بالجري على السير المتحرك لمدة ١٢٠ ق ، ثم تلي ذلك فترة (١٥٠ ق) استشفاء ، وقد تم قياس مستوى التربتوفان ، ومعدل التمثيل للسيروتونين وذلك عن طريق قياس مستوى حمض خماسي هيدروكسي الإندول **(5-HIAA)** ، وقد دلت النتائج على زيادة تركيز **(5-HIAA)** أثناء وبعد الأداء لدى المجموعة الضابطة بشكل أكبر من المجموعة التجريبية .

بينما قام "**جيسون . جي**" **"Jason J"** (٢٠٠١) (٢١) باختيار الكربوهيدرات كعامل مساعد في التغلب على التعب بنوعيه في دراسته " **تأثير تناول الكربوهيدرات على مستوى التعب الطرفي والمركزي أثناء أداء التمرينات** " حيث تم تقسيم عينة البحث إلى مجموعتين ضابطة وتجريبية ، حيث قامت مجموعتي البحث بأداء أربع أشواط كل شوط مدته (١٥) دقيقة بشدة تتراوح ما بين (٣٠ – ١٠٠ %) من مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ، وقد تناولت المجموعة التجريبية محلول الكربوهيدرات بنسبة (٦ %) ، بينما تناولت المجموعة الضابطة محلول مائي عادي ، وقد تضمنت الاختبارات بعض القياسات البدنية والفسيولوجية مثل القدرة العضلية ومستوى تركيز الانتباه ، وقد توصلت النتائج إلى أن تناول محلول الكربوهيدرات بالنسبة للمجموعة التجريبية قد أدى إلى زيادة سرعة الجري في اختبار (٢٠) متر عدو ، كما أدى إلى تحسن طفيف في مستوى المهارات الحركية ، وتحسن في الحالة المزاجية مقارنة بالمجموعة الضابطة .

وقد أكد "**تروي . د**" **"Troy D"** وآخرون (٢٠٠٢) (٣٤) في دراسته التي هدفت إلى معرفة تأثير الكربوهيدرات على مستوى أداء التحمل الهوائي إلى حدوث انخفاض كبير في مستوى تركيز التربتوفان لدى المجموعة التجريبية عن المجموعة الضابطة ، مما كان له أثر في تحسن مستوى الأداء .

في حين قام "**هاريس . ر**" **"Harris R"** وآخرون (٢٠٠٢) (١٨) بدراسة " **معرفة دور الكربوهيدرات في تحسين الأداء والقدرة على الانتباه أثناء أداء التمرينات الهوائية** " ، وقد اشتملت عينة البحث على مجموعتين تجريبيتين ومجموعة ضابطة (١٤٣) فرد من الشباب الأصحاء حيث تناولت المجموعة التجريبية الأولى محلول كربوهيدراتي بنسبة (٦%) بينما تناولت المجموعة الثانية محلول كربوهيدراتي بنسبة (١٢%) ، وقد قامت الثلاث مجموعات بأداء المشي لمسافة (١٩) كيلومتر والجري لمسافة (٤,٨) كيلومتر ، وقد توصلت النتائج إلى زيادة تركيز الانتباه لدى المجموعتين التجريبيتين ، حيث كانت أفضل النتائج بالنسبة للمجموعة التي تناولت محلول الكربوهيدرات بنسبة (١٢%) وأقل النتائج بالنسبة للمجموعة الضابطة ، وقد أوصت النتائج بضرورة تناول الكربوهيدرات عند أداء التمرينات الهوائية بصفة دائمة .

كما توصل "نيبو . ل" "Nybo L" (٢٠٠٣) (٢٧) في دراسته " **أهمية تناول الكربوهيدرات في التأثير على مستوى التعب المركزي** " ، إلى زيادة القوة الكلية الناتجة عن انقباض عضلات الفخذ للمجموعة التجريبية التي تناولت الكربوهيدرات مقارنة بالمجموعة الضابطة التي تناولت الحبوب السليولوزية (البلاسيبو) .

وأخيراً قام "شيو لانج " "Shiou-Liang" وآخرون (٢٠٠٥) (٣١) بدراسة " **تأثير تناول وجبة غذائية ذات دليل السكر المرتفع على مستوى مخزون جليكوجين العضلات وعلاقتها بأداء التمرينات اللاحقة** " حيث هدفت الدراسة إلى المقارنة بين نوعين من وجبات الإفطار ذات دليل سكر الدم المرتفع والأخرى ذات دليل سكر الدم المنخفض قبل التمرين ، وقد اشتملت عينة البحث على (٧) رجال من المدربين بشكل عالي ، حيث تم أداء الجري على السير المتحرك لمدة (٣٠) دقيقة بشدة (٧١%) من أقصى حد لاستهلاك الأكسجين ، حيث تناولت المجموعة الأولى الوجبة مرتفعة دليل السكر ، بينما تناولت المجموعة الأخرى الوجبة منخفضة دليل السكر ، وقد دلت النتائج على وجود فروق دالة بين المجموعتين في مستوى الأداء لصالح المجموعة ذات دليل السكر المرتفع ، بينما اعتمدت المجموعة الثانية بشكل أكبر على أكسدة الدهون في لإنتاج الطاقة ، مما يسبب زيادة التعب المركزي وبالتالي التأثير السلبي على مستوى الأداء .

إجراءات البحث :

منهج البحث :

استخدم الباحث المنهج التجريبي بتصميم القياس (القبلي – البعدي) على مجموعتين (ضابطة وتجريبية) ، حيث تقوم المجموعتين بأداء الجري مسافة (٥٠٠٠ م) .

عينة البحث :

أجريت تجربة البحث على عينة قوامها (١٩) متسابق من متسابقي الدرجة الأولى في جري (٥٠٠٠م) على مستوى الجمهورية في رياضة ألعاب القوى من المتطوعين ، حيث قسمت العينة إلى (٩) متسابقين كمجموعة ضابطة ، و(١٠) متسابقين كمجموعة تجريبية ، وتم اختيارهم بالطريقة العمدية العشوائية، وقد تم التأكد من تجانس العينة من حيث السن والوزن والطول .

جدول (١)

المتوسط الحسابي والانحراف المعياري والالتواء لعينة البحث ن= ١٩

المتغيرات	وحدة القياس	المتوسط الحسابي	الانحراف المعياري	الالتواء
السن	سنة	٢٠,٦٥	١,٠٨	- ٠,٣٥
الوزن	كجم	٦٩,٠٩	٣,٧٧	- ٠,١٧
الطول	سم	١٧٠,٠٥	١,٩٧	٠,٦٢

يتضح من الجدول السابق أن معاملات الالتواء لمتغيرات السن والوزن والطول قد تراوحت ما بين (+ ٣ ، - ٣) مما يدل على تجانس عينة البحث .

شروط اختيار عينة البحث

- تطوع المتسابقين حيث كانت لديهم رغبة المشاركة في البحث بدافع شخصي دون إجبار من الباحث ، وذلك حتى يضمن الباحث الوصول إلى أفضل النتائج الممكنة ، وكذلك ضمان استمرار العينة لنهاية التجربة .
- المستوى البدني والرياضي العالي ، وتقارب المستوى الرقمي لكل اللاعبين ، أثناء أداء المجهود البدني الهوائي ، حيث يتراوح زمن جري (٥٠٠٠ م) لهؤلاء اللاعبين ما بين (١٥,٣٣ – ١٥,٥١ دقيقة) .
- تعريف المتسابقين (عينة البحث) بما سيتم تناوله من جلوكوز بالنسبة للمجموعة التجريبية .
- عدم بذل أي مجهود سابق للقياسات القبلية والذي قد يؤثر سلبياً على نتائج القياس ، ولتحقيق ذلك قام الباحث بتطبيق تجربة البحث صباحاً .
- ضرورة عدم تناول المتسابقين أي مواد غذائية قبل بدء التجربة بحوالي (٨) ساعات على الأقل .

أدوات جمع البيانات :

١- قياس الطول بجهاز الرستاميتر .

٢- قياس الوزن باستخدام ميزان طبي .

٣- قياس معدل النبض باستخدام طريقتي الجس من على الشريان الكعبري ، وساعة **POLAR** .

٤- قياس تركيز حمض خماسي هيدروكسي أستيك الإندول **(5-HIAA)** بجهاز تحليل الأحماض الأمينية **Amino Acid Analyzer** ، بالإضافة إلى أنابيب زجاجية ذات غطاء محكم لحفظ البول لحين نقلة إلى المعمل لتحليل الحمض .

٥- استمارة جمع بيانات المتسابقين صممها الباحث لتسجيل البيانات بها .

محلول الجلوكوز :

وهو عبارة عن إضافة كمية من الجلوكوز في صورة مسحوق **Powder** سريع الذوبان إلى كمية من الماء لتكوين محلول جلوكوز بنسبة (٦ %) في اللتر .

وقد تناول كل متسابق على حدي مقدار ٢٥٠ ملليتر من المحلول ، بالنسبة للمجموعة التجريبية فقط . (٢١: ٨٨٦) (١٨ : ١٢٠)

وفيما يلي توضيحاً للأسلوب التنفيذي لتطبيق تجربة البحث :

تجمع المتسابقون في تمام الساعة التاسعة صباحاً يوم الأربعاء الموافق ٤ / ٥ / ٢٠٠٥ وذلك بمقر كلية التربية الرياضية للبنين بالقاهرة – جامعة حلوان بمضمار ألعاب القوى ، ثم تم القيام بالآتي :

١- تم قياس الطول بجهاز الرستاميتر لكل لاعب وذلك في المضمار قبل الإحماء .

٢- تم قياس الوزن باستخدام الميزان الطبي وذلك في المضمار قبل الإحماء ، وقد تم تجربة الميزان عدة مرات قبل القياس ومقارنته بموازين أخرى .

٣- تم قياس معدل النبض باستخدام طريقة الجس من على الشريان الكعبري وكذلك ضغط الدم الشرياني والمتسابقون جالسون في المضمار قبل أداء الإحماء ، ثم تم إعادة القياس بعد أداء المجهود البدني قيد البحث .

٤- تم أخذ عينات البول في مكان مخصص بجوار المضمار بعد القياسات السابقة وقبل أداء الإحماء ، ثم تم إعادة القياس بعد أداء المجهود البدني قيد البحث .

٥- تم إعطاء محلول الجلوكوز بعد أخذ عينة البول الأولي وقبل الأداء بساعة للمجموعة التجريبية فقط ، وقد تم تحديد هذا الزمن حيث يعتبر الزمن المتوقع لامتصاص محلول الجلوكوز وتمثيله داخل الجسم بناء على رأي الخبراء والمتخصصين في مجال الصيدلة والتحليل .

٦- قامت المجموعتان (الضابطة والتجريبية) بأداء المجهود البدني قيد البحث (٥٠٠٠ م) جري ، وذلك في أفضل زمن ممكن .

٧- ثم تم قياس النبض بعد انتهاء الأداء مباشرة ، ثم تم أخذ عينات البول بعد (١٠) دقائق من انتهاء الأداء ، وذلك لظروف القياس من البول وليس من الدم ، حيث يحتاج حمض (5-HIAA) إلى تلك الفترة ليظهر في البول ، وهذا ما تؤكده المراجع والأبحاث .

(١٧ : ٤٨٧)

المعالجات الإحصائية للبيانات :

- المتوسط الحسابي لتوصيف عينة البحث . - الانحراف المعياري لتوصيف عينة البحث .
- الالتواء لتوضيح مدى تجانس عينة البحث
- الإحصاء اللابارامتري وذلك باستخدام الاختبارات الآتية :

(أ) ويلكوكسون . (ب) مان ويتني .

للحصول على دلالة الفروق لمتغيرات البحث .

عرض النتائج :

سوف يتم عرض النتائج التي تم التوصل إليها وفقاً للأسلوب الإحصائي المستخدم :

جدول (٢)

المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والنسب المئوية للتغير بين القياسين القبلي والبعدي بالنسبة للمجموعة الضابطة في متغيرات البحث

المتغيرات	وحدة القياس	قبلي		بعدي		النسبة المئوية للتغير %
		م	ع	م	ع	
حمض 5-HIAA	مللي مول/لتر	١,٣٠	٠,١٦	٣,١٥	٠,٠٥	١٤٢,٣
النبض	نبض/دقيقة	٦٤,٨٨	٦,١٥	١٥٥,٣٣	٧,٥٤	١٣٩,٤

يتضح من الجدول (٢) ارتفاع المتوسط الحسابي لكل من حمض **5-HIAA** والنبض لصالح القياس البعدي ، وذلك بالنسبة للمجموعة الضابطة .

جدول (٣)

دلالة الفروق بين القياس القبلي والقياس البعدي للمجموعة الضابطة في متغيرات البحث

المتغيرات	المجموعة	متوسط الرتب	Z	احتمالية الخطأ P	الدلالة
حمض 5-HIAA	قبلي	٠,٠١	- ٢,٦٦	٠,٠٠٨	دال
	بعدي	٥,٠٠			
النبض	قبلي	٠,٠٢	- ٢,٨	٠,٠٠٤	دال
	بعدي	٥,٠٠			

يتضح من الجدول (٣) وجود فروق دالة إحصائيا في تركيز حمض **5-HIAA** والنبض بين القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي ، وذلك بالنسبة للمجموعة الضابطة .

جدول (٤)

المتوسطات الحسابية والانحرافات المعيارية والنسب المئوية للتغير بين القياسين القبلي والبعدي بالنسبة للمجموعة التجريبية في متغيرات البحث

المتغيرات	وحدة القياس	قبلي		بعدي		النسبة المئوية للتغير %
		م	ع	م	ع	
حمض 5-HIAA	مللي مول/لتر	١,٢١	٠,٠٦	٢,٤٢	٠,٤٩	١٠٠,٠
النبض	نبض/دقيقة	٦٥,٢٠	٣,٦٧	١٤٨,٦٠	٧,٩٨	١٢٧,٩

يتضح من الجدول (٤) ارتفاع المتوسط الحسابي لكل من حمض **5-HIAA** والنبض لصالح القياس البعدي ، وذلك بالنسبة للمجموعة التجريبية .

جدول (٥)

دلالة الفروق بين القياس القبلي والقياس البعدي للمجموعة التجريبية في متغيرات البحث

المتغيرات	المجموعة	متوسط الرتب	Z	احتمالية الخطأ P	الدلالة
حمض 5-HIAA	قبلي	٠,٠١	٢,٨٠ –	٠,٠٠٥	دال
	بعدي	٥,٥٠			
النبض	قبلي	٠,٠٢	٢,٧٥ –	٠,٠٠٢	دال
	بعدي	٥,٥٠			

يتضح من الجدول (٥) وجود فروق دالة إحصائيا في تركيز حمض 5-HIAA والنبض بين القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي ، وذلك بالنسبة للمجموعة التجريبية .

جدول (٦)

دلالة الفروق بين مجموعتي البحث في القياس القبلي بالنسبة لمتغيرات البحث

المتغيرات	المجموعة	متوسط الرتب	Z	احتمالية الخطأ P	الدلالة
حمض 5-HIAA	ضابطة	١٢,٢٨	١,٦٨ –	٠,٠٩	غير دال
	تجريبية	٧,٩٥			
النبض	ضابطة	١٠,٣٣	٠,٢٤ –	٠,٨٠	غير دال
	تجريبية	٩,٧٠			

يتضح من الجدول (٦) عدم وجود فروق دالة إحصائيا بين مجموعتي البحث الضابطة والتجريبية في حمض 5-HIAA والنبض ، وذلك بالنسبة للقياس القبلي ، مما يدل أيضاً على تجانس عينة البحث .

جدول (٧)

دلالة الفروق بين مجموعتي البحث في القياس البعدي بالنسبة لمتغيرات البحث

المتغيرات	المجموعة	متوسط الرتب	Z	احتمالية الخطأ P	الدلالة
حمض 5-HIAA	ضابطة	١٥,٠٠	٣,٦٨ –	٠,٠٠١	دال
	تجريبية	٥,٥٠			
النبض	ضابطة	١٢,٤٤	١,٨١ –	٠,٠٦	غير دال
	تجريبية	٧,٨٠			

يتضح من الجدول (٧) وجود فروق دالة إحصائيا بين مجموعتي البحث الضابطة والتجريبية في حمض 5-HIAA ، بينما كانت هناك فروق في النبض إلا أنها لم تكن دالة إحصائيا ، وذلك بالنسبة للقياس البعدي .

مناقشة النتائج :

سوف يستعرض الباحث مناقشة وتفسير نتائج البحث وفقاً لترتيب فروض ونتائج البحث كما يلي :

أولاً : مناقشة وتفسير نتائج الفرض الأول والذي ينص على :

" توجد فروق دالة إحصائياً بين القياس القبلي والقياس البعدي في تركيز حمض 5-HIAA في البول ومعدل النبض لصالح القياس البعدي بالنسبة للمجموعة الضابطة "

بملاحظة جدول (٢) يتضح أن هناك ارتفاعاً في المتوسط الحسابي لكل من حمض **5-HIAA** والنبض لصالح القياس البعدي ، وذلك للمجموعة الضابطة .

وبدراسة مقدار النسب المئوية لمعدلات تغير القياسات جدول (٢) يتضح أن النسبة المئوية للتغير في حمض **5-HIAA** بين القياس البعدي للأداء عن القياس القبلي قد كانت (**١٤٢,٣%**) ، كما كانت النسبة المئوية للتغير في معدل النبض بين القياس البعدي للأداء عن القياس القبلي (**١٣٩,٤%**) .

كما يتضح من جدول (٣) وجود فروق دالة إحصائيا في تركيز حمض **5-HIAA** والنبض بين القياسين القبلي والبعدي لصالح القياس البعدي ، وذلك بالنسبة للمجموعة الضابطة .

ويعزو الباحث ارتفاع حمض **5-HIAA** لدى المجموعة الضابطة عقب أداء المجهود البدني قيد البحث إلى زيادة تركيز نسبة التربتوفان الحر في الدم نسبة إلى سلسلة الأحماض الأمينية المتفرعة نتيجة استهلاك المتسابقين لسلسلة الأحماض الأمينية في إنتاج الطاقة ، وبالتالي تكسير الرابطة بين التربتوفان والألبومين في الدم وتكوين التربتوفان الحر **Free Tryptophan** الذي يدخل إلى المخ ، حيث تتم عمليات التمثيل له مسببة زيادة تكوين السيروتونين في المخ والذي يكون بمثابة العامل المثبط لنشاط الجهاز العصبي ، ويستدل على ذلك بزيادة تركيز حمض **5-HIAA** في البول والذي يعتبر الناتج النهائي لعمليات التمثيل للسيروتونين مسبباً حدوث ما يسمى بالتعب المركزي ، وهذا ما أشار إليه "**ماكلين د**" "**MacLean D**" وآخرون (١٩٩١) (٢٤) ، وأكده "**مليمان ب.ت**" "**Mehlman PT**" وآخرون (٢٠٠٠) (٢٥) .

ويرجع الباحث ارتفاع معدل النبض بعد أداء المجهود البدني إلى أن المجهود البدني يؤدي إلى زيادة نشاط الجهاز العصبي اللاإرادي السمبثاوي وزيادة الدفع القلبي إلي العضلات العاملة ، وأيضاً زيادة ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين وزيادة استهلاك الأكسجين ، وزيادة درجة حرارة الجسم وبالتالي ارتفاع درجة حرارة الدم ، حيث تؤدي العوامل سالفة الذكر إلى تنبيه كلاً من المركز المسبب لتضييق الأوعية الدموية **Vaso Constrictor Center (VCC)** ، ومركز تسريع ضربات القلب **Cardiac Acceleration Center (CAC)** مما يسبب ارتفاع النبض ثم يعود إلى وضعه

الطبيعي بعد الانتهاء من أداء المجهود البدني أثناء فترة الاستشفاء ، وهذا ما يشير إليه كلاً من **بهاء الدين سلامة** (١٩٩٤) (٦) ، **وأبو العلا عبد الفتاح** (١٩٩٦) (١) ، وتوصل إليه أيضاً **"جيتون وهال" "Juyton and Hall"** (٢٠٠٠) (٢٣) .

ومما سبق يتضح تحقق صحة الفرض الأول .

ثانياً : مناقشة وتفسير نتائج الفرض الثاني والذي ينص على :

" توجد فروق دالة إحصائياً بين القياس القبلي والقياس البعدي في تركيز حمض 5-HIAA في البول ومعدل النبض لصالح القياس البعدي بالنسبة للمجموعة التجريبية "

بملاحظة جدول (٤) يتضح أن هناك ارتفاعاً في المتوسط الحسابي لكل من حمض **5-HIAA** والنبض لصالح القياس البعدي ، وذلك بالنسبة للمجموعة التجريبية .

وبدراسة مقدار النسب المئوية لمعدلات تغير القياسات جدول (٤) يتضح أن النسبة المئوية للتغير في حمض **5-HIAA** بين القياس البعدي للأداء عن القياس القبلي قد كانت (١٠٠,٠٠%) ، كما كانت النسبة المئوية للتغير في معدل النبض بين القياس البعدي للأداء عن القياس القبلي (١٢٧,٩%) .

كما يتضح من جدول (٥) وجود فروق دالة إحصائيا في تركيز حمض **5-HIAA** والنبض بين القياس القبلي والبعدي ، وذلك بالنسبة للمجموعة التجريبية .

ويعزو الباحث ارتفاع حمض **5-HIAA** لدى المجموعة التجريبية عقب أداء المجهود البدني قيد البحث إلى زيادة تركيز نسبة التربتوفان الحر في الدم نسبة إلى سلسلة الأحماض الأمينية المتفرعة نتيجة استهلاك جزء من سلسلة الأحماض الأمينية في إنتاج الطاقة ، وبالتالي تكسير الرابطة بين التربتوفان والألبومين في الدم وتكوين التربتوفان الحر **Free Tryptophan** الذي يدخل إلى المخ ، ، ويستدل على ذلك بزيادة تركيز حمض **5-HIAA** في البول والذي يعتبر الناتج النهائي لعمليات التمثيل للسيروتونين مسبباً حدوث ما يسمى بالتعب المركزي ، وهذا ما أشار إليه **"فيشر هـ" "Fischer H"** (١٩٩١) (١٥) ، و**"مليمان ب.ت "Mehlman PT" وآخرون** (٢٠٠٠) (٢٥) ، وتوصل إليه **"توماس ل" "Tomas L"** وآخرون (٢٠٠٢) (٣٣) .

ويرجع الباحث ارتفاع معدل النبض ومعدل ضغط الدم بعد أداء المجهود البدني إلى أن المجهود البدني يؤدي إلى ما يشير إليه **أبو العلا عبد الفتاح** (١٩٩٦) (٢) في أن الرياضة تعمل على رفع معدل النبض وضغط الدم بعد المجهود البدني ، نتيجة لعملية دفع القلب للدم إلى العضلات العاملة أثناء النشاط الرياضي ، وعودته إلى معدله الطبيعي بعد الانتهاء من المجهود الرياضي أثناء فترة

الاستشفاء ، ويتفق معه **بهاء الدين سلامة (١٩٩٤) (٦)** ، حيث يشير إلى زيادة نشاط الجهاز العصبي السمبثاوي وزيادة الدفع القلبي إلى العضلات العاملة نتيجة أداء المجهود البدني .

ومما سبق يتضح تحقق صحة الفرض الثاني

ثالثاً : مناقشة وتفسير نتائج الفرض الثالث والذي ينص على :

" توجد فروق دالة إحصائياً بين مجموعتي البحث الضابطة والتجريبية في تركيز حمض 5-HIAA ومعدل النبض بالنسبة للقياسات البعدية لصالح المجموعة التجريبية "

بملاحظة جدول (٦) يتضح عدم وجود فروق دالة إحصائيا بين المجموعة الضابطة والمجموعة التجريبية في القياسات القبلية في حمض **5-HIAA** والنبض ، مما يدل على تجانس عينة البحث .

وبملاحظة جدول (٧) يتضح وجود فروق دالة إحصائيا بين المجموعة الضابطة والمجموعة التجريبية في القياسات البعدية في حمض **5-HIAA** لصالح المجموعة التجريبية ، بينما كانت هناك فروقاً بين المجموعة الضابطة والمجموعة التجريبية في النبض لصالح المجموعة التجريبية إلا أنها لم تكن دالة إحصائيا ، وذلك بالنسبة للقياس البعدي .

ويرجع الباحث ذلك إلي أن محلول الجلوكوز بنسبة (٦%) كان له دوراً هاماً في تقليل حدوث ما يسمي بالتعب المركزي ، حيث يعطى الفرصة للجسم بالاعتماد عليه كمصدر لإنتاج الطاقة بدون الاعتماد على سلسلة الأحماض الأمينية المتفرعة ، وبالتالي يعطيه القدرة على مواجهة التربتوفان وعدم دخوله إلى المخ مسبباً تكوين السيروتونين ، وقد انعكس ذلك أيضاً على معدل النبض حيث انخفض في القياس البعدي للمجموعة التجريبية مقارنة بالمجموعة الضابطة إلا انه لم يكن دال إحصائيا ، كما تعد نسبة تركيز الجلوكوز هذه من أفضل النسب من حيث سرعة الامتصاص وتلبية حاجة الجسم إليها ، وهذا ما أشار إليه " **تسنتزاز ك" "Tsintzas K" وآخرون (١٩٩٦) (٣٥)** ، وأضاف إليه " **فان لون جي.سي" "Van Loon JC" وآخرون (٢٠٠٠) (٣٦)** في دراساتهم بأن نسبة تركيز (٦%) لمحلول الكربوهيدرات تعد من أفضل النسب في التأثير الايجابي داخل الجسم كما أنها تساعد على تحسين مستوى الأداء ، وقد أضاف إليهم **"سيدل ر" "Seidl R" وآخرون (٢٠٠٤) (٣٠)** أن تناول الكربوهيدرات من شأنه زيادة مصادر إنتاج الطاقة وأيضاً تقليل الشعور بالتعب سواء كان عضلياً أو عصبياً .

مما سبق يتضح تحقق الفرض الثالث جزئياً ، حيث لم تكن هناك فروق ذات دلالة إحصائية بين مجموعتي البحث في النبض وذلك بالنسبة للقياسات البعدية .

الاستنتاجات

بناء على نتائج التحليل الإحصائي وفي حدود القياسات التي تم إجرائها على عينة البحث يمكن صياغة الاستنتاجات التالية :

١-يؤدي المجهود البدني قيد البحث إلى حدوث التعب المركزي متمثلاً في زيادة تركيز حمض **5-HIAA** في البول .

٢-يؤدي تناول محلول الجلوكوز قيد البحث قبل المجهود البدني بساعة إلى التقليل من ارتفاع مستوى حمض **5-HIAA** في البول عقب المجهود البدني مقارنة بعد تناول المحلول ، وبالتالي التقليل من مستوى التعب المركزي .

التوصيات

بناء على استنتاجات الدراسة الحالية يمكن وضع التوصيات التالية :

١- اعتبار حمض **5-HIAA** أحد المؤشرات الهامة لحدوث التعب العصبي المركزي حيث أنه يمثل الناتج النهائي لتمثيل حمض التربتوفان بالجسم والذي وجد له علاقة كبيرة بحدوث التعب العصبي المركزي .

٢- الاهتمام بتناول محلول الجلوكوز مع الماء قيد البحث للرياضيين بشكل عام وخاصة قبل الأداء ، لما له من تأثير كبير على الحفاظ على مصادر الجسم من الكربوهيدرات التي تستخدم في إنتاج الطاقة ، وبالتالي التقليل من الاعتماد عل سلسلة الأحماض الأمينية مما يؤدي إلى التقليل من حدوث التعب المركزي .

قائمة المراجع

أولاً : المراجع العربية :

١- أبو العلا أحمد عبد الفتاح : التدريب الرياضي الأسس الفسيولوجية ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، ١٩٩٦ .

٢- ــــــــــــــ : بيولوجيا الرياضة وصحة الرياضي ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، ١٩٩٨ .

٣- ــــــــــــــ : الاستشفاء في المجال الرياضي ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، ١٩٩٩ .

٤- ــــــــــــــ : فسيولوجيا التدريب والرياضة ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، ٢٠٠٣ .

٥- إيهاب محمد محمود : تأثير الحمل البدني الهوائي واللاهوائي على التربتوفان وسلسلة الأحماض الأمينية كمؤشرات للتعب المركزي ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية التربية الرياضية للبنين ، جامعة حلوان ، القاهرة ، ٢٠٠٠ .

٦- بهاء الدين إبراهيم سلامة ، فسيولوجيا الرياضة ، الطبعة الثانية ، دار الفكر العربي ، القاهرة ، ١٩٩٤ .

٧- طلحة حسام الدين وآخرون : الموسوعة العلمية في التدريب الرياضي - التحمل - بيولوجيا وميكانيكا ، دار الكتاب للنشر ، القاهرة ، ١٩٩٧.

٨- علي البيك وآخرون : راحة الرياضي ، دار المعارف ، الإسكندرية ، ١٩٩٤ .

٩- محمد عادل رشدي : التغذية في المجال الرياضي ، دار مؤسسة شباب الجامعة ، الإسكندرية ، ١٩٩٩ .

١٠- هشام أحمد سعيد : تأثير مركب غذائي مقترح علي تأخير ظاهرة التعب العضلي للرياضيين ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية التربية الرياضية للبنين بالقاهرة ، جامعة حلوان ، القاهرة ، ١٩٩٨ .

١١- وائل محمد توفيق : تأثير مستويات مختلفة لدليل سكر الدم علي سرعة الاستشفاء الفسيولوجي لدى السباحين ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، رسالة دكتوراه غير منشورة ، كلية التربية الرياضية للبنين بالقاهرة ، جامعة حلوان ، القاهرة ، ٢٠٠٢ .

ثانيا : المراجع الأجنبية :

12- Bailey SP, Davis JM, Ahlborn EN : Neuroendocrine and substrate responses to altered brain 5-HT activity during prolonged exercise to fatigue, J Appl Physiol, 74:3006–12, 1993.

13- Burke LM : Nutritional needs for exercise in the heat, Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol, 128(4): 735-48, Apr 2001.

14- Edward .T . Howley , and Scott .K . Powers : Exercise Physiology, Benchmark Publishers, London, 1997.

15- Fischer HG, W Hollmann, and K De Meirleir : "Exercise changes in plasma Tryptophan fractions and relationship with prolactin", Int J Sports Med, 12(5): 487-9, Oct 1991.

16- Gomez-Merino D, Béquet F, Berthelot M, Riverain S, Chennaoui M, Guezennec CY : "Evidence that the branched-chain amino acid L-valine prevents exercise-induced release of 5-HT", Int J Sports Med, 22:317-22, Jul 2001.

17- Harold Varley : Practical Clinical Biochemistry, Fourth Edition , Gulab Vazirani for Arnold Heinemann , India , 2000 .

18- Harris R Lieberman, Christina M Falco, and Steven S Slade : Carbohydrate administration during a day of sustained aerobic activity improves vigilance, as assessed by a novel ambulatory monitoring device, and mood, Am. J. Clinical Nutrition, Jul, 76: 120 – 127, 2002.

19- Herbert A, Terry J, Hous H : Physiology of exercise for physical education, Athletics and exercise science , 5 th . ED ,WCB Brown & Benchmark Publishiers ,1997 .

20- Janet Walberg : Glysemic Index Exercise Metabolism, Vol.10, sports science Institute, USA, 1997.

21- Jason J. Winnick : The effect of Carbohydrate ingestion on Peripheral and Central Nervous System Function during Exercise, Colloqium in Exercise Science, Paes 886, 2001.

22- Jennie Brand : Glysemic Index, Sydney University's Glycemic Index Research Service (SUGiRS), Human Nutrition Unit Dept of Biochemistry (GO8), Sydney University, AUSTRALIA, 2005.

23- Juyton A.C and Hall : Textbook of Medical Physiology, edition "10" th, Chapter 20. PP 210, W.P. Saunders Company, USA, 2000.

24- MacLean D.A, Spriet L.L, Hultman E and Graham T.E : Plasma and muscle amino acid and ammonia responses during prolonged exercise in humans, J Appl Physiol, 70: 2095 – 2103, May 1991.

25- Mehlman PT, Westergaard GC, Hoosl BJ, Sallee FR, Marsh S, Suomi SJ, Linnoila M and Higley JD : CSF 5-HIAA and Nighttime Activity in Free-Ranging Primates, Neuropsychopharmacology, Division of Research, LABS of Virginia, 210-218, 2000.

26- Newsholme EA, Blomstrand E : The plasma level of some amino acids and physical and mental fatigue, Experientia, 52(5):413–5, 1996.

27- Nybo L : CNS fatigue and prolonged exercise: effect of glucose supplementation, Med Sci Sports Exerc, 35(4): 589-94, Apr 2003.

28- Robert .A , Robergs : Exercise Physiology, Exercise, Performance, Clinical Applications , Mosby Pub , USA .1997.

29- Sahlin K : Metabolic Factors in fatigue, Sports Medicine, 13 (2), 99-107, 1992.

30- Seidl R, Peyrl A, Nicham R and Hauser E : Increasing Energy and Decreasing Fatigue, Am. J. Clinical Nutrition, 19(3-4):635-42, 2004.

31- Shiou-Liang Wee, Clyde Williams, Kostas Tsintzas, and Leslie Boobis : Ingestion of a high-glycemic index meal increases muscle glycogen storage at rest but augments its utilization during subsequent exercise, J Appl Physiol, 99: 707 – 714, Aug 2005.

32- Suzanne Girard ; The Theory Behind the Glycemic Index, Int J Sports Med, 17(2): 73-9, November 2000.

33- Thomas L. Schwenk and Chad D. Costley : When Food Becomes A Drug: Nonanabolic Nutritional Supplement Use in Athletes, Am. J. Sports Med, 30: 907 – 916, Nov 2002.

34- Troy D. Chinevere, Robert D. Sawyer, Andrew R. Creer, Robert K. Conlee, and Allen C. Parcell : Effects of carbohydrate ingestion on endurance exercise performance, J Appl Physiol, 93: 1590 – 1597, Nov 2002 .

35- Tsintzas O.K, Williams C, Boobis L and Greenhaff P : Carbohydrate ingestion and single muscle fiber glycogen metabolism during prolonged running in men, J Appl Physiol, 81: 801 – 809, Aug 1996.

36- Van Loon JC, Wim HM Saris, Hans Verhagen, and Anton JM Wagenmakers : Plasma insulin responses after ingestion of different amino acid or protein mixtures with carbohydrate, Am. J. Clinical Nutrition, 72: 96 – 105, , Jul 2000.