الفصـــــل الثانـــــى

الدراسات المرتبطـــــة بالبحـــــث

أولا : الكربوهيدرات وعلاقتها بالاداء الرياضى

ثانيا : النشاط الكهربائى العضلى

١- نظرية النشاط الكهربائى العضلى

٢- تطبيقات النشاط الكهربائى فى مجال التربية الرياضيـــة .

الدراسات المرتبطة بالبحث

أولا : الكربوهيدرات وعلاقتها بالاداء الرياضى :

مع التطور العلمى الهائل عبر السنين ، وتقدم العلوم المختلفة خاصة علم الفسيولوجى والكيمياء الحيوية والتغذية ، اهتم العاملين فى المجال الرياضى بمحاولة التوصل الى أفضل أنواع الغذاء ملائمة للرياضيين ، ليس فقط فى البرنامج الغذائى اليومى ، ولكن أيضا فى وجبة ماقبل المنافسة ، وخلال المنافسة ذاتها ، ومابعد المنافسة خلال فترة الاستشفاء .

وقد ذكر سيمونسن Simonson (١٩٧١) أن هناك ثلاث مستويات للمواد الضرورية للنشاط العضلى وهى :

- الوقود اللازم لانتاج الطاقة ويشمل البروتين والدهون والكربوهيدرات
- المواد ذات الطاقة العالية ، والتى تنتج من خلال العمليات الكيميائية الحيوية السريعة ، وتشمل ثلاثى اد ينوذين الفوسفات (ATP)Adinosin Triphospate والفسفوكرياتين (PC)
- الهرمونات خاصة الادرينالين Adrenaline ، والنورادرينالين Noradrenaline .

وحول هذه المستويات الثلاث دارت معظم الدراسات التى تهتم بالتغذية والاداء الرياضى . (٥٩ : ٣١)

وقد اهتمت معظم الدراسات العلمية بدور الكربوهيدرات كوقود أساسى لانتاج الطاقة أثناء أداء النشاط البدنى ، حيث أوضح جونسون وباسكرك Johnson & Buskirk (١٩٧٤) ، وفوكس Fox (١٩٨٤) ، ولامب Lamb (١٩٨٤) أن أهمية الكربوهيدرات

لاترجع فقط الى عدد السعرات الحرارية التى تنتجها ، بل ترجع أيضا الى السرعة التى تتأكسد بها ، وعدم احتياجها الى كمية كبيرة من الاوكسجين لاتمام عملية الاكسدة اذا قورنت بالدهون . (٤٠ : ٢٦٣) (٣٠ : ٤١) (٤٨ : ٨٠) .

وخلال عملية الهضم تتحول الكربوهيدرات الى سكر جلوكوز يسهل امتصاصه فى الدم ، وعند ما ترتفع نسبة سكر الجلوكوز يفرز هرمون الانسولين Insulin من البنكرياس ليحفظ نسبة تركيز الجلوكوز بالدم مابين ٨٠ - ١٢٠ ملليجرام ٪ ، ويعمل على تخزين الزائد من الجلوكوز على هيئة جليكوجين فى الكبد والعضلات ، حيث يتم تحويل هذا الجليكوجين الى سكر جلوكوز مرة أخرى عند الحاجه اليه لاستهلاكه فى انتاج الطاقة .

(٤٨ : ٨٢)

وبالنظر الى تغيرات الكربوهيدرات خلال عمليات التمثيل الغذائى والتخزين بالجسم يتضح أن مستوى تركيز سكر الجلوكوز بالدم يجب أن يظل دائما مابين ٨٠ - ١٢٠ ملليجرام ٪ ، لذا فانه فى حالة الزيادة عن الحد الاقصى يقوم البنكرياس بافراز هرمون الانسولين المسئول عن المحافظة على ثبات مستوى سكر الجلوكوز بالدم بتحويل الجلوكوز الزائد الى الكبد والعضلات ليخزن على هيئة جليكوجين . وكما أن المحافظة على عدم زيادة مستوى الحد الاقصى لتركيز سكر الجلوكوز بالدم له أهمية ، فان المحافظة أيضا على مستوى الحد الادنى لايقل عن ذلك اهمية ، فان مستوى نسبة ٨٠ ملليجرام ٪ يعتبر الحد الادنى لكفاية حاجة الجهاز العصبى من الجلوكوز ، ونقص مستوى تركيز سكر الجلوكوز عن هذا المستوى يؤدى الى انخفاض القدرة العضلية والشعور بالجوع ، وانخفاض درجة حرارة الجسم بالاضافة الى حدوث خلل بالجهاز العصبى يتمثل فى فقدان الوعى . (٨٠ : ٣٣٢)

وعند أداء النشاط البدنى تزداد حاجة الجسم الى انتاج الطاقة ، وبالتالى يتم تكسير الجليكوجين الموجود بالعضلات وتحويله الى سكر جلوكوز ، لكى يؤدى الى اعادة بناء ثلاثى أدينوزين الفوسفات ATP فى وجود الاوكسجين (هوائيا) أو فى عدم وجوده (لا هوائيا) .

وفى حالة نقص الجليكوجين فى العضلات يتم امداد العضلات بما تحتاجه عن طريق الدم ، وكما هو معروف فان الدم يقوم بنقل الجلوكوز اما من الجهاز الهضمى أو من الكبد ، ولذلك ففى حالة تناول وجبة غذائية غنية بالكربوهيدرات يتم نقل الجلوكوز من الجهاز الهضمى الى العضلات عن طريق الدم ، وبذلك لا ينقص مستوى تركيز سكر الجلوكوز فى الدم ، كما أن الكبد يقوم أثناء أداء العمل العضلى بتكسير الجليكوجين وتحويله الى سكر جلوكوز ليقوم الدم بنقله الى العضلات العاملة . ومن خلال هذه العمليات قد يدفع الدم بعض مابه من الجلوكوز ولكنه الى درجة معينة حيث لا يقل عن الحد الادنى له ٨٠ ملليجرام ٪ . وفى حالة زيادة زمن أداء العمل العضلى وتعرض الدم لانخفاض مستوى سكر الجلوكوز به يتم الاعتماد على الاحماض الدهنية لكى توفر الجلوكوز فى الدم (٧ : ٣٣٥)

ونظرا للدور الهام الذى يقوم به الجلوكوز خلال أداء العمل العضلى فقد كان هذا الموضوع محورا لكثير من الدراسات التى اهتمت بدراسة تأثير تناول الكربوهيدرات على مخزون الجليكوجين بالكبد والعضلات وتأثيرها على مستوى تركيز سكر الجلوكوز بالدم ، والقدرة على أداء واستمرار العمل العضلى ، بالاضافة الى دراسة تأثير انخفاض مستوى تركيز سكر الجلوكوز بالدم على الجهاز العصبى .

ومن الدراسات التى اهتمت بتأثير تناول الكربوهيدرات على مخزون الجليكوجين بالكبد والعضلات دراسة نلسون وهيلتمان Nilson &Hultman (١٩٧٤) ، هيلتمان Hultman (١٩٧٨) ،

بارزاكوفا و روجزكن Parizkova & Rogozkin (١٩٧٨) ، وفوكس Fox (١٩٨٤) .

فقد أشار نلسون وهيلتمان Nilson & Hultman (١٩٧٤) أن مخزون الجليكوجين في الانسان العادى فى حالة مابعد تناول وجبة غذائية متنوعة يساوى ٢٧٠ مللى مول * وحدة جلوكوز لكل كيلو جرام من وزن الكبد ، أما فى حالة مابعد وجبة غذائية غنية بالكربوهيدرات يصل مخزون الجليكوجين بالكبد الى حوالى ٩٠٠ مللى مول وحدة جلوكوز لكل كيلو جرام من وزن الكبد ، بينما يصل بعد تناول وجبة غذائية قليلة الكربوهيدرات الى حوالى ٦٧ مللى مول وحدة جلوكوز .

وقد قام نلسون وهيلتمان Nilson & Hultman (١٩٧٤) باجراء تجربة لمعرفة العلاقة بين نوع المادة السكرية المتناولة على حجم الجليكوجين المخزون بالكبد ، وذلك عن طريق قياس حجم الجليكوجين قبل حقن كمية ثابتة تساوى ٦ره مللى مول من السكر السداسى Hexose لكل كيلو جرام من وزن الجسم لمدة ٤ ساعات بمعدل مرة واحدة لكل ساعة ، وكان السكر السداسى عبارة عن جلوكوز وفركتوز . ولقد وجد أن معدل التكوين يساوى ٣ر مللى مول من وحدات الجلوكوز لكل دقيقة لكل كيلو جرام من وزن الكبد بعد حقن أو تناول الجلوكوز عن طريق الفم ، بينما وصل معدل التكوين الى ١ر١ مللى مول لكل كيلو جرام من وزن الكبد بعد الحقن بالفركتوز . (٥٣ : ٣٣)

---

* المول : هو وزن الجرام الجزيئى ، وهو عبارة عن المجموع الكلى للوزن الذرى لمكونات المركب الكيمائى ويستخدم المول كوحدة قياس للمركبات . (٧ : ٣٥٣) .

كذلك أثبت هيلتمان Hultman (١٩٧٤) من خلال تجاربه للتعرف على حجم مخزون الجليكوجين بالكبد بعد تناول الوجبات الغذائية، أن حجم مخزون جليكوجين الكبد يختلف تبعا لنوعية الوجبة الغذائية التى يتم تناولها قبل الاداء ، حيث يمكن أن يزيد هذا المخزون عن ٥٠٠ ملل مول / كجم من وزن الكبد بعد تناول وجبة غذائية غنيه بالكربوهيدرات بينما ينخفض هذا المخزون ليبلغ ١٢ - ٧٣ ملل مول / كجم من وزن الكبد بعد تناول وجبة غذائية قليلة الكربوهيدرات . (٣٥ : ١٠٠)

ويذكر بارزاكوفا و روجزكن Parizkova & Rogozkin (١٩٧٨) أن القياسات المباشرة لمخزون الجليكوجين بالكبد قد أوضحت أهميته كمصدر رئيسى للطاقة أثناء أداء العمل العضلى ، حيث تم حساب حجم الجليكوجين عن طريق أخذ عينة من الكبد فى الصباح وبعد الاكل بساعة وأثناء الراحة وتم مقارنته بحجم الجليكوجين المخزون بعد العمل على عجلة الارجوميتر لمدة ساعة ، وقد لوحظ انخفاض فى حجم الجليكوجين بمقدار ١٢٥ ملل مول وحدة جلوكوز عن وقت الراحة ، كما اتضح زيادة فى معدل انتاج الجلوكوز من الكبد مع زيادة شدة المجهود البدنى ومع زيادة زمن وطول فترة الاداء حيث لوحظ أن أكبر معدل من انتاج الجلوكوز من الكبد يكون عند نهاية المجهود المرتفع الشدة . (٥٤ : ٣٩)

كذلك أوضح فوكس Fox (١٩٨٤) أن استهلاك جليكوجين العضلة أثناء أداء العمل العضلى يعتمد على عدة عوامل هى : شدة وزمن وطريقة أداء العمل العضلى ، فعندما يزداد شدة وزمن الاداء يزداد استهلاك جليكوجين العضلة .

وقد أثبت فوكس Fox (١٩٨٤) ذلك من خلال تجاربة على مجموعة من الرياضيين ، قاموا بالتبديل على عجلة الارجوميتر لمدة ساعتين ، وقد تم

أخذ عينه Biopsy من أنسجة العضلة المتسعة الوحشية Vastus Lateralis m. كل ٢٠ دقيقة خلال الاداء على عجلة الارجوميتر ، وبتحليل هذه العينات لوحظ استنفاذ جليكوجين العضلة عند الوصول الى حالة التعب ، وهذا يثبت استخدام الجليكوجين عند أداء العمل العضلى الهوائى .

كما أجرى فوكس Fox (١٩٨٤) تجربة لمعرفة مدى استخدام جليكوجين العضلة عند أداء العمل العضلى ذو الشدة العالية والذى يستمر لفترة زمنية قصيرة ، حيث قام أفراد العينة بالتبديل على عجلة الارجوميتر بأقصى سرعة ممكنة لمدة دقيقة واحدة يليها فترة راحة لمدة عشر دقائق ، وتم تكرار ذلك ست مرات حتى وصل أفراد العينة الى حالة الاجهاد الشديد . تم تحليل عينة Biopsy من العضلة المتسعة الوحشية Vastus Lateralis m. لمعرفة كمية الجليكوجين الموجود بها حيث اتضح حدوث انخفاض كبير بجليكوجين العضلة ، ويرجع ذلك الى استخدام جليكوجين العضلة كوقود أساسى لانتاج الطاقة اللاهوائية .

كذلك أوضح فوكس Fox أن طريقة أداء العمل العضلى تؤثر على درجة استهلاك جليكوجين العضلة . فمن التجربتين السابقتين تبين حدوث انخفاض كبير فى جليكوجين العضلة المتسعة الوحشية ، وحيث أن هذه العضلة تعتبر أكثر العضلات نشاطا واشتراكا عند التبديل على عجلة الارجوميتر لذلك فان استهلاك أكبر كمية من الجليكوجين بواسطة هذه العضلة يتم أثناء التبديل على الارجوميتر (٣٠ : ٤٥ - ٤٨)

وقد اهتمت كثير من الدراسات بتأثير تناول الكربوهيدرات على مستوى تركيز سكر الجلوكوز بالدم أثناء أداء العمل العضلى ، ومن بين

هذه الدراسات ، دراسة بروك ولولى وجرين Brooke,Llewely & Green
(١٩٧٦) ، بارزاكوفا وروجزكن Parizkova & Rogozkin
(١٩٧٨) ، محمد الهادى الدنف (١٩٨٠) ، لنجينفيلد Langenfeld
(١٩٨٣) ، جاندريان وآخرون Jandrain et al., (١٩٨٤)،
وكرزينتوسكى وآخرون Krzentowski et al., (١٩٨٤) .

أشار بارزاكوفا وروجزكن Pariskova & Rogozkin (١٩٧٨)
أن بروك ولولى وجرين (١٩٧٦) قد قاموا باجراء تجربة على مجموعة من الرياضيين لمعرفة مدى تأثير محلول الجلوكوز على مستوى تركيز جلوكوز الدم وذلك أثناء الراحة وفى نهاية العمل على عجلة الارجوميتر لمدة ٢٠ دقيقة لوحظ فى نهاية أداء العمل العضلى (٢٠ق) أن مستوى تركيز جلوكوز الدم للمجموعة التى تناولت المحلول قبل الاداء بفترة ٣٠ دقيقة أعلى منها للمجموعة التى تاولت المحلول قبل الاداء بفترة ٢٠ دقيقة ، وكذلك المجموعة التى تناولت المحلول قبل الاداء بفترة ١٠ دقائق ، بينما بلغ مستوى تركيزالجلوكوز بالدم للمجموعة التى لم تتناول المحلول أدنى مستوى له . (٥٤ : ٢١-٢٢)

كما قام بارزاكوفا وروجزكن (١٩٧٨ بدراسة لمعرفة مدى تأثير تناول الكربوهيدرات على مستوى تركيز جلوكوز الدم ، وحجم الجليكوجين المخزون ، والقدرة على أداء المجهود البدنى ، وقد أثبت أنه عندما تتحول الوجبة السابقة للمجهود البدنى من وجبة قليلة الكربوهيدرات الى وجبه غنية بالكربوهيدرات فان القدرة على أداء العمل البدنى ذو الشدة العالية تزداد من ٧٥ ٪ أقصى سعة أوكسجين الى ٣٠٠-٤٠٠ ٪ كما تتناسب القدرة على أداء المجهود البدنى - والتى قيست بأداء أقصى جهد فى فترة زمنية معينة - مع مخزون الجليكوجين بالعضلات ، بالاضافة الى أن القيم الخاصة بمستوى تركيز الجلوكوز بالدم بعد تناول الوجبة القليلة الكربوهيدرات تنخفض الى أقل من المستوى الطبيعى ، وأن هذا

الانخفاض قد يستمر لاكثر من ساعة بعد نهاية أداء العمل العضلى ويصاحب ذلك الشعور بالصداع وعدم القدرة على التركيز . (٥٤ : ٢٣-٢٥)

أجرى محمد الهادى الدنف (١٩٨٠) دراسة تهدف الى التعرف على التغيرات التى يمكن أن تحدث لمستوى تركيز سكر الجلوكوز بالدم ، ومعدل النبض وضغط الدم نتيجة ممارسة بعض أنشطة التحمل أثناء الصيام ، وبعد تناول وجبة غذائية غنية بالكربوهيدرات ، وقد تم اجراء التجربة على ٢٤ طالبا بكلية التربية الرياضية للبنين بالهرم وتتراوح أعمارهم مابين ١٨-٢١ سنة . وقد أوضحت نتائج هذه الدراسة أن ممارسة نشاط التحمل (١٥٠٠) م جرى بعد تناول وجبه غذائية غنية بالكربوهيدرات أدى الى حدوث زيادة معنوية فى مستوى تركيز جلوكوز الدم ، وتحسن معدل النبض وضغط الدم الانقباضى ، بينما حدث انخفاض فى ضغط الدم الانبساطى . (٩)

قام لنجينفيلد Langenfeld (١٩٨٣) باجراء تجربة بهدف معرفة مدى تأثير تناول محلول الجلوكوز على مستوى سكر الجلوكوز بالدم بعد أداء سباق الدراجات لفترة ١٢ ساعة . وقد تم اجراء التجربة على ثمانية من لاعبى سباقات الدراجات ، حيث تم تقسيمهم الى مجموعتين أحدهما تتناول محلول بنكهة الليمون والاخرى تتناول نفس المحلول مضافا اليه جلوكوز بنسبة تركيز ٦ر٥ ٪ (٦ر٥ جرام من الجلوكوز لكل ١٠٠ سم^{3} ماء) على أن يتم تناول المحلول كل ساعتين خلال الاداء ، كما تم أخذ عينة من الدم لمعرفة مستوى تركيز سكر الجلوكوز بالدم قبل وبعد الاداء . وقد أوضحت النتائج أن مستوى تركيز سكر الجلوكوز بالدم فى نهاية أداء العمل العضلى أعلى فى حالة تناول محلول الجلوكوز عنه فى حالة عدم تناوله . (٤٩ : ٤١١ - ٤١٤)

أجرى جاندريان وآخرون Jandrain et al., (١٩٨٤) تجربة للتعرف على مدى تأثير محلول الجلوكوز قبل أداء العمل العضلى الذى يستمر لفترة طويلة على مستوى تركيز سكر الجلوكوز بالدم . وقد تم اجراء التجربة على خمسة من الرياضيين قاموا بالجرى على السير المتحرك لمدة ٤ ساعات بشدة ٤٥ ٪ من الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين بحيث تم تناول محلول الجلوكوز (١٠٠ جرام جلوكوز مضاف الى ٤٠٠ ملليلتر ماء) قبل أداء العمل العضلى بثلاث ساعات . وقد أوضحت نتائج هذه الدراسة أن تناول محلول الجلوكوز قبل أداء العمل العضلى بثلاث ساعات يوفر الطاقة اللازمة لاداء هذا العمل ، وان انخفاض مستوى تركيز سكر الجلوكوز بالدم بعد الاداء يكون فى المعدلات الطبيعية مع عدم ظهور أعراض نقص السكر بالدم Hypoglycemia . (٣٨ : ١٣١٤ - ١٣١٩)

كذلك قام كرزينتوسكى وآخرون Krzentowski et al., (١٩٨٤) بدراسة للتعرف على مدى تأثير تناول محلول الجلوكوز أثناء أداء العمل العضلى على مستوى سكر الجلوكوز بالدم . وقد تم اجراء التجربة على تسعة لاعبين تتراوح أعمارهم مابين ١٨-٢٩ سنة حيث قاموا بالجرى على السير المتحرك لمدة أربع ساعات بشدة ٤٥ ٪ من الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين . تم تقسيم أفراد العينة الى مجموعتين أحدهما مكونة من خمسة أفراد تناولوا جرعة الجلوكوز (١٠٠ جرام من الجلوكوز الطبيعى) بعد ١٢٠ دقيقة من الاداء ، بينما المجموعة الاخرى المكونة من أربعة أفراد تناولوا نفس جرعة الجلوكوز بعد ١٥ دقيقة من الاداء . وقد أوضحت نتائج هذه الدراسة زيادة أكسدة الجلوكوز وانخفاض مستوى تركيز سكر الجلوكوز بالدم بعد الانتهاء من أداء العمل العضلى ، وان هذا الانخفاض كان من المعدلات الطبيعية بصرف النظر عن الوقت الذى تم فيه تناول جرعة الجلوكوز. (٤٦ : ٣١٥ - ٣٢٠)

ومن الدراسات التى اهتمت بتأثير تناول الكربوهيدرات على زيادة القدرة والاستمرار فى أداء العمل العضلى دراسة برجستروم وآخرون Bergstrom et al., (١٩٦٧) ، كارلسون وسالتين Karlsson & Saltin (١٩٧١) ، وارن وآخرون Wahren Et al., (١٩٧١)، برجستروم وهيلتمان Bergstrom & Hultman (١٩٧٢) ، بروك وجرين Brooke & Green (١٩٧٣) ، سكالى Scully (١٩٧٥)، محى الدين (١٩٨٠) ، فيلج وآخرون Felig et al., (١٩٨٢) ، كويلى وآخرون Coyle et al., (١٩٨٣) ، وكويلى وآخرون Coyle et al., (١٩٨٦) .

فقد أشار هولوزى وآخرون Holloszy et al., (١٩٧٨) أن برجستروم وآخرون Bergstrom et al., (١٩٦٧) قد قاموا باجراء تجربة على مجموعة من الرياضيين أدوا عمل عضلى حتى الوصول الى مرحلة التعب بشدة ٧٥٪ من الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين ، حيث اتضح ارتباط لحظة التعب باستنفاذ جليكوجين العضلة . ثم قام أفراد العينة بتناول وجبه غذائية غنية بالكربوهيدرات مما أدى الى مضاعفة تركيز الجليكوجين بالعضلة مرتين ، ثم تم تكرار نفس العمل العضلى مرة أخرى ، وكانت النتيجة زيادة قدرتهم على الاستمرار فى الاداء لفترة أطول قبل الوصول الى مرحلة التعب ، وارتباط لحظة التعب باستنفاذ جليكوجين العضلة . (٣٤ : ٦٢)

كما أشار هولوزى (١٩٧٨) أن كارلسون وسالتين Karlsson & Saltin (١٩٧١) قد أجريا تجربة على مجموعة من الرياضيين بأخذ عينة Biopsy من العضلة ذات الاربع رؤوس الفخذية عند أداء عمل عضلى مرتفع الشدة باستخدام عجلة الارجوميتر حتى الوصول الى مرحلة

التعب . وقد أظهرت نتائج هذه الدراسة أن انخفاض مخزون الجليكوجين يعتبر سببا رئيسيا فى عدم القدرة على الاداء لفترة أطول (٣٤ : ٦٨)

وأثبت وارن وآخرون Wahren et al., (١٩٧١) وجود ارتباط طردى بين معدل انتاج الجلوكوز وشدة التمرين ، حيث لاحظ أنه عند أداء عمل عضلى منخفض الشدة فان معدل انتاج الجلوكوز من الكبد ينخفض وعند ارتفاع شدة التمرين يزداد معدل انتاج الجلوكوز . (٦٦ : ٦٨)

كما أوضح برجستروم وهيلتمان Bergstrom & Hultman (١٩٧٢) أن كمية الجليكوجين المستخدمة للطاقة تزداد بزيادة شدة العمل العضلى ، وعندما يستنفذ الجليكوجين يحدث التعب وينخفض مستوى أداء العمل العضلى . (١٧ : ٩٩٩) .

وقام بروك وجرين Brooke & Green (١٩٧٣) باجراء دراسة لمعرفة مدى الاستفادة من الكربوهيدرات فى الاستشفاء من التعب الناتج من المجهود البدنى . وقد تم اجراء التجربة على مجموعة من الرياضيين فى ثلاث مراحل تجريبية كل مرحلة لها مركب غذائى مختلف ، حيث قاموا بالتبديل على عجلة الارجوميتر وهم صائمون حتى وصلوا الى درجة كبيرة من التعب وعدم القدرة على مواصلة الاداء ، وبعد ١٠ دقائق من الانهاك تناول أفراد العينة الاتى :

١- فى المرحلة التجريبية الاولى : ٢٥٠ ملليلتر جلوكوز سائل مضاف اليه بعض الاملاح ويعطى ٣٥٦ كيلو سعر حرارى .

٢- فى المرحلة التجريبية الثانية : خليط من الارز المعلب مع اضافة سكروز ويعطى أيضا ٣٥٦ كيلو سعر حرارى .

٣- فى المرحلة التجريبية الثالثة : ٢٥٠ ملليلتر محلول منخفض الطاقة يعطى ٥ كيلو سعر حرارى .

ثم قام أفراد العينة بتكرار نفس العمل العضلى السابق حتى وصلوا الى درجة التعب . وقد أوضحت نتائج هذه الدراسة زيادة حجم المجهود البدنى لافراد العينة عند تناول محلول الجلوكوز الى زيادة مستوى تركيز سكر الجلوكوز بالدم فى نهاية أداء العمل العضلى ، بالمقارنة عند تناول وجبة الغذاء الطبيعى والمحلول منخفض الطاقة ، كما أوضحت النتائج أن الكربوهيدرات لها أثر ايجابى على استعادة الشفاء فى المرحلة التجريبية الاولى حيث كان حجم الاداء أكبر بعد تناول محلول الجلوكوز اذا قورن بحجم الاداء للمرحلة التجريبية الثانية والثالثة (٢١ : ١٩٢-١٩٥)

وأثبت سكالى Scully (١٩٧٨) أن تركيز الجليكوجين فى العضلة قبل أداء العمل العضلى عامل أساسى يحدد درجة التعب اذ وجد خلال تجربة أجراها لمعرفة مدى تأثير تناول الوجبات الغذائية على طول مدة أداء العمل العضلى أن المجموعة التى تناولت وجبات غذائية غنية بالكربوهيدرات قد سجلت أطول زمن للعمل العضلى قبل الوصول الى درجة التعب . (٥٨ : ١٦١ - ١٧٠)

وقام محى الدين محمود حسن (١٩٨٠) بدراسة تهدف الى محاولة زيادة حجم التدريب فى الوحدة التدريبية الواحدة عن طريق التغلب على ظهور عامل التعب ، ومحاولة سرعة استعادة الشفاء وذلك باستخدام بعض المواد الغذائية . وقد تم تطبيق التجربة على ٢٠ رياضيا من لاعبى السباحة والعاب القوى وأجريت التجارب على هيئة خمسة قياسات :

القياس الاول : قياس الاداء واستعادة الشفاء بدون تناول عناصر غذائية .

القياس الثانى : قياس الاداء واستعادة الشفاء بعد تناول ٢٠٠ سم٣ من الماء قبل بدء التجربة .

القياس الثالث : قياس الاداء واستعادة الشفاء بعد تناول ٢٠٠ سم٣ مذاب فيه جلوكوز بتركيز ٢٠ ٪ .

القياس الرابع : قياس الاداء واستعادة الشفاء بعد تناول ٢٠٠ سم٣ من محلول الجلوكوز بتركيز ٢٠ ٪ + كلوريد الصوديوم ٩ ٪ .

القياس الخامس : قياس الاداء واستعادة الشفاء بعد تناول ٢٠٠ سم٣ من محلول الجلوكوز بتركيز ٢٠ ٪ + كلوريد الصوديوم ٩٪ + ٥ر٠ جم كالسيوم + ٥٠٠ وحدة دولية من فيتامين د٢ .

وقد توصل الباحث الى أنه يوجد أثر ايجابى لكل من المركبات الغذائية على زيادة المجهود البدنى وتأخر ظهور التعب وسرعة استعادة الشفاء ، الا أن المركب الغذائى فى صورته النهائية له تأثير أفضل (١٠: ١١٩ - ١٢٣) .

وأثبت فيلج وآخرون Felig et al., (١٩٨٢) أن تناول محلول الجلوكوز قبل أداء العمل العضلى على عجلة الارجوميتر بشدة ٦٠ - ٦٥ ٪ من الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين يؤدى الى زيادة القدرة على الاستمرار فى أداء العمل العضلى ، حيث زاد متوسط زمن الاداء من ٧ الى ١٣ دقيقة فى حالة تناول محلول الجلوكوز عنه فى حالة عدم تناولة . (٢٩ : ٨٩٥) .

كما قام كويلى وآخرون Coyle et al., (١٩٨٣) باجراء تجربة لمعرفة مدى تأثير تناول الكربوهيدرات على أداء العمل العضلى الذى يستمر لفترة طويلة وتأخر ظهور التعب . وقد تكونت عينة الدراسة من عشرة رياضيين تتراوح أعمارهم بين ٢٤ - ٣٦ سنة قاموا بالتبديل وهم صائمون لاطول فترة ممكنة على عجلة الارجوميتر بشدة تتراوح بين ٧٠ - ٧٩ ٪ من الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين وتم تكرار نفس العمل العضلى وبنفس الحمل بعد أسبوع ولكن مع تناول محلول الجلوكوز بعد ٢٠ دقيقة من بدء العمل العضلى . وقد أوضحت نتائج هذه الدراسة أن مستوى تركيز سكر الجلوكوز بالدم فى نهاية أداء العمل العضلى كان أعلى بنسبة تتراوح من ٢٠ - ٤٠ ٪ فى حالة تناول الكربوهيدرات عنه فى حالة عدم تناولها ، وقد أدى ذلك الى عدم ظهور أعراض نقص السكر بالدم Hypoglycemia بالاضافة الى زيادة زمن الاستمرار فى أداء العمل العضلى حيث كان متوسط زمن الاداء فى حالة عدم تناول الكربوهيدرات ١٣٤ ± ٦ دقائق ، بينما ازداد متوسط زمن الاداء فى حالة تناول الكربوهيدرات الى ١٥٧ ± ٥ دقائق . (٢٧ : ٢٣٠ - ٢٣٥)

كذلك أجرى كويلى وآخرون Coyle et al., (١٩٨٦) دراسة بهدف معرفة عما اذا كان تأخر ظهور التعب عند تناول الكربوهيدرات خلال أداء العمل العضلى المستمر لفترة طويلة مرتبط بتقليل مستوى انخفاض جليكوجين العضلة . وقد تم اجراء التجربة على سبعة رياضيين متوسط أعمارهم وأوزانهم ٢٦ ± ٢ سنة ، ٧١٫٩ ± ١٫٧ كجم، قاموا بالتبديل على عجلة الارجوميتر وهم صائمون بشدة ٧٠ - ٧٥ ٪ من الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين ، بحيث تم تناول محلول بنكهة الليمون كل ٢٠ دقيقة خلال الاداء وتم الاستمرار فى أداء العمل العضلى

حتى الوصول الى مرحلة التعب وعدم القدرة على الاستمرار فى الاداء وعند ذلك أخذت عينة Biopsy من العضلة المتسعة الوحشية Vastus Lateralis m. للتعرف على كمية الجليكوجين بالعضلة ، بالاضافة الى أخذ عينة من الدم قبل وبعد الاداء للتعرف على مستوى تركيز سكر الجلوكوز بالدم . تم تكرار نفس التجربة بعد أسبوع مع استبدال المحلول السابق بمحلول الجلوكوز . وقد أوضحت نتائج هذه الدراسة انخفاض مستوى تركيز سكر الجلوكوز بالدم ، وكذلك جليكوجين العضلة بنسبة أقل فى حالة تناول محلول الجلوكوز عنه فى حالة عدم تناوله ، بالاضافة الى زيادة زمن أداء العمل العضلى بمقدار ساعة فى حالة تناول المحلول عنه فى حالة عدم تناوله . (٢٦ : ١٦٥ - ١٧٢) .

وعلى الرغم من أن معظم الدراسات قد اهتمت بتأثير تناول الكربوهيدرات على مخزون الجليكوجين بالكبد والعضلات ، ومستوى تركيز سكر الجلوكوز بالدم والقدرة على أداء العمل العضلى . الا أن القليل منها قد ألقى الضوء على مدى تأثير انخفاض مستوى تركيز سكر الجلوكوز على الجهاز العصبى .

فقد أشار كيلى ونيل Keele & Nell (١٩٧١) أن الجلوكوز يعتبر الوقود الاساسى للخلايا العصبية ، وانخفاض مستوى تركيز سكر الجلوكوز بالدم عن ٧٥ ملليجرام ٪ يؤدى الى ظهور أعراض نقص السكر بالدم Hypoglycemia (٤٣ : ٦٩)

ويذكر بارزاكوفا وروجزكن Parizkova & Rogozkin (١٩٧٨) أن ويتمان وفرنستروم Wutaman & Fernstrom (١٩٧٤) قد أثبتوا من خلال تجاربهم الى أن وجود كمية من الاحماض الامينية فى الدم

يؤدى الى سلسلة من التغيرات فى المواد الكربوهيدراتية المتناولة والتى تؤدى الى زيادة 5- Hydroxy Tryptamine الذى يساعد على توصيل الاشارات العصبية ، وعلى هذا يتضح أهمية تناول الكربوهيدرات خاصة قبل أداء المهارات التى تحتاج الى دقة وتركيز (٤٠ : ٥٤)

ويرى جولنك Gollnick : (١٩٧٨) ضرورة تناول الكربوهيدرات قبل أداء أى عمل عضلى حتى يمكن زيادة مخزون الجليكوجين بالكبد والعضلات واستخدام هذا المخزون لانتاج الطاقة اللازمة لاداء العمل العضلى المطلوب . فالجسم لا يجب أن يستهلك احتياطى الكربوهيدرات الموجود خارج العضلات حيث أن الجهاز العصبى المركزى يعتمد تقريبا على الدم للحصول على الجلوكوز ، والاستنفاذ السريع لجليكوجين العضلات والكبد يؤدى الى الاعتماد على جلوكوز الدم ، واستنفاذ هذا الجلوكوز يؤثر على سلامة الجهاز العصبى (٣١ : ٩٣) .

ويؤكد هلتمان وزهولم Hultman & Sjoholm (١٩٨٣) وهنتر وسكير Hunter & Sukker (١٩٨٣) أن التدريبات ذات الشدة العالية تخفض مستوى الجليكوجين بالكبد خلال فترة قصيرة وهذا الانخفاض يؤدى الى الاعتماد على جلوكوز الدم ، وانخفاض مستوى تركيز الجلوكوز بالدم عن المستوى الطبيعى يؤدى الى حدوث خلل بالجهاز العصبى يتمثل فى الصداع وعدم القدرة على التركيز وفقدان الوعى (٣٥ : ٧٠) (٣٦ : ٧٨) .

ومن العرض السابق يلاحظ أن معظم الدراسات قد اهتمت بتأثير تناول الكربوهيدرات سواء على مخزون الجليكوجين بالكبد والعضلات ، أو

على مستوى تركيز سكر الجلوكوز بالدم ، أو بتأثيرها على أداء المجهـــود البدنى ، والجهاز العصبى عند أداء العمل العضلى الهوائى . بينمـا المعلومات مازالت قليلة عن تأثير تناول الكربوهيدرات على أداء العمـــل العضلى اللاهوائى الذى يحتاج الى طاقة عالية خلال فترة زمنية قصيـــرة لاتتعدى ثلاث دقائق .

وحول هذا الموضوع فقد أشار جولنك وهرمانسن Gollnick & Hermansen (١٩٧٣) أن زيادة مخزون الجليكوجين فى العضلـــة ليس له أى تأثير على أداءا لعمل العضلى اللاهوائى (٣٢ : ١٧٠)

كما أوضح لامب Lamb (١٩٨٤) أن تناول الكربوهيـــدرات ليس لها أى تأثير على المجهود البدنى الاقل من ٤٠ دقيقة (٤٨ : ٨٤) .

بينما أوضحت دراسة أسميسين وآخرون Asmussen et al., (١٩٧٤) بأن التحميل بالكربوهيدرات Carbohydrate loaded يساعد على زيادة أداء العمل العضلى اللاهوائى . (١٣ : ٧٣٥) .

كذلك قام سكالى Scully - (١٩٧٨) بدراسة بهـــدف التعرف على تأثير اختلاف نوعية الغذاء وشدة التدريب على مستويـــات اللاكتيك بالدم وزمن الاداء . وقد استخدم ثلاث أنواع من الوجبـــات الغذائية : وجبة غذائية عادية ، وجبة قليلة الكربوهيدرات ، ووجبـــة غنية بالكربوهيدرات . كما استخدم نوعين من شدتى الحمل البدنى عنـــد مستوى ٨٥٪ من الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين ، وعند مستـــوى ١١٠٪ من الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين . . مما يعنى أن الشـــدة الاولى تمثل العمل العضلى الهوائى ، بينما تمثل الشدة الثانية زيـــادة

مساهمة العمل العضلى اللاهوائى بجانب العمل الهوائى ، وقد أشارت النتائج زيادة مستوى حامض اللاكتيك فى الدم عند أداء العمل العضلى ذو الشدة ١١٠٪ من الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين ، بينما لم تكن هناك فروق دالة احصائيا بين مستوى خامض اللاكتيك فى الدم عند أداء العمل العضلى ذو الشدة ٨٥٪ من الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين . كما أظهرت النتائج أن متوسط حامض اللاكتيك فى الدم كان أعلى فى حالة تناول الوجبة الغنية بالكربوهيدرات فى الوقت الذى لم تكن هناك أى فروق دالة بين الوجبة العادية والوجبة القليلةالكربوهيدرات فى مستوى حامض اللاكتيك بالدم ، كما كانت الزيادة فى زمن الاداء لصالح الوجبه الغنية بالكربوهيدرات ، وقد توصل من خلال هذه الدراسة الى أن زيادة مخزون الجليكوجين قبل أداء العمل العضلى اللاهوائى يؤدى الى زيادة مستوى الاداء (٥٨ : ١٦١ - ١٧٠) .

ثانيا : النشاط الكهربائى العضلى :

بناء على ماحددته الباحثة من أهداف ، ولدراسة تأثيرالكربوهيدرات على النشاط الكهربائى العضلى كمؤشر للتعبير عن كفاءة الجهاز العضلى العصبى ، وانطلاقا من حداثة استخدام فكرة رسم العضلات الكهربائى فى البيئة المصرية ، وفى دراسات التربية الرياضية بصفة خاصة ، رأت الباحثة أنه من الضرورى قبل البدء فى عرض الدراسات المرتبطة بالبحث فى مجال النشاط الكهربائى أن تتم مناقشة بعض المفاهيم الخاصة بطريقة رسم العضلات الكهربائى .

١- نظرية النشاط الكهربائى العضلى :

النشاط الكهربائى العضلى هو تسجيل للتغيرات الكهربائية التى تحدث بالعضلات أثناء الانقباض العضلى . (٤١ : ١٤)

ففى حالة الراحة Resting Potential يختلف توزيع أيونات الصوديوم والبوتاسيوم فى داخل الليفة العضلية وخارجها حيث تزيد نسبة تركيز أيونات الصوديوم والكلور من خارج الليفة العضلية بينما تعمل نسبة أيونات البوتاسيوم على زيادة الشحنة داخل الليفة العضلية أكثر منن خارجها ، وهذا الاختلاف فى توزيع الايونات ذات الشحنات الموجبة والسالبة حول غشاء الليفة العضلية يتسبب فى فرق جهد كهربائى يتراوح مابين ٥٠ - ١٠٠ ملليفولت ، وعندما يطلق العصب الحركى اشارة عصبية الى الليفة العضلية يحدث تغير فى الحالة الكهربائية لليفة العضلية وتحدث حالة فقد الاستقطاب Depolarization حيث يسمح بنفاذ أيونات الصوديوم الى داخل الليفة العضلية ، وفى نفس الوقت تخرج أيونات البوتاسيوم الى الخارج وبذلك يتغير توزيع الشحنات الكهربائية وتستمر هذه الحالة أجزاء من الثانية ، وتنتشر هذه الاستثاره على طول الليفة العضلية وتكون سببا فى حدوث الاستجابة الكيمائية لانتاج الطاقة واتمام الانقباض العضلى ، حيث تقوم أيونات الكالسيوم بتثبيط نشاط جزيئات التروبونيين Troponin ، وبعد توقف نشاط التروبونيين يتحرر أنزيم المايوسين Myosin ATP ase الذى يتم فى وجوده انشطار ATP وتحدث الطاقة اللازمة لتحريك أهداب أجزاء المايوسين لتجذب فى اتجاه الوسط أجزاء الاكتين ويحدث الانقباض العضلى . (٢ : ١٠٤ -١٠٦)

ونظرا لان الدراسة الحالية تسعى الى محاولة الكشف عن تأثير تناول الكربوهيدرات على النشاط الكهربائى العضلى ، والذى يمكن من خلاله التعرف على كفاءة الجهاز العضلى العصبى ، فقد اعتمدت الباحثة على طريقة رسم العضلات الكهربائى . Electromyography (EMG) حيث أنها الطريقة التى تمكنها من تحقيق أهداف الدراسة .

وتعتمد طريقة رسم العضلات الكهربائى على تسجيل النشاط الكهربائى للعضلات المنقبضة بواسطة أقطاب كهربائية اما سطحية Surface Electrodes توضع على الجسم فوق العضلة أو أقطاب ابرية تدخل مباشرة فى ألياف العضلة Needle Electrodes (٣١٣ : ٤٨) وتختلف أنواع استخدام هذه الاقطاب الكهربائية تبعا للهدف من الدراسة وتتصل هذه الاقطاب بالجهاز عن طريق سلك موصل حيث يقوم الجهاز بتسجيل النشاط الكهربائى للعضلات على شرائط خاصة على درجة عالية من الحساسية ، ويظهر على الشريط تقسيمات رأسيه تمثل عامل الزمن ، وتقسيمات أفقية تمثل مقدار فرق الجهد الكهربائى ، ويحسب الزمن بالملى ثانية ($\frac{1}{100}$ ثانية) ، كما تحسب فروق الجهد الكهربائى بالميكروفولت ، ويتم تحديد سرعة سريان الشريط وكذلك مقدار التكبير والتصغير لشكل الذبذبات المسجلة على الشريط تبعا لطبيعة البيانات التى تتطلبها الدراسة ، ويتم تحليل النشاط الكهربائى العضلى بعدة طرق منها طريقة التحليل الكمى البصرى والتى فيها يفضل أن تتراوح سرعة الشريط بين ١٥٠ - ٢٥٠ مم/ ثانية حتى يمكن متابعة الرسم الكهربائى بالعين المجردة ، حيث يتم حساب عدد الترددات ، وقياس السعة الكهربائية من القمة للقمة Peak to Peak بالميكروفولت فى وحدة زمنية معينة .

ويرى كاربوفيتش وسننج Karpovich & Sinning (١٩٧١) أن بعض الخلايا العصبية أكثر حساسية من البعض الاخر وبالتالى تسمح بمرور الومضات العصبية الى الياقها عند أقل اثارة ، وكلما زادت الاثارة فان الخلايا العصبية الاقل حساسية يبدأ استخدامها حتى يحدث أقصى انقباض . وحيث أن استخدام الوحدات الحركية غير متزامن فان انقباض العضلة يكون متدرجا . والوحدات الحركية تنقبض بتكرار يصل الى ٤٠ مرة فى الثانية الواحدة ، وهذا المعدل يكون فى الوحدات الاكثر حساسية حيث أن الوحدات الاقل حساسية تستخدم لزيادة قوة الانقباض ويعكس الرسم الكهربائى التغيرات فى تكرار الانقباض وعدد الوحدات المثارة . (٤١ : ١٦)

والتوتر الذى يحدث بالعضلة يرتبط بعدد الالياف العضلية المنقبضة . فكلما أثير عدد كبير من الالياف العضلية يكون التوتر أكبر ، ولان كل ألياف العضلة أعضاء فى الوحدات الحركية فان عدد الوحدات الحركية التى تبدأ فى الانقباض مع بعضها البعض تحدد مدى التوتر . وقد أوضح رود جرزوبرجر Rodgers & Berger (١٩٧٤) ان هناك علاقة ذات دلالة بين التوتر ومدى اشتراك الوحدات الحركية فكلما تنقبض العضلة بتوتر كبير فان اشتراك الوحدات الحركية يزداد تناسبيا حيث أن زيادة قوة الانقباض العضلى يصاحبها زيادة اشتراك الوحدات الحركية ، وبالتالى فان النشاط الكهربائى يزداد أيضا . وعندما تقل القوة فى العضلات المتعبة فان الوحدات الحركية المشاركة فى الانقباض لاتعكس حالة التعب حيث أن اشتراك الوحدات الحركية خلال أقصى انقباض عضلى يبقى كما هو عندما تقل القوة مع التعب ، ويرجع ذلك الى اشتراك مزيد من الالياف العضلية لتبقى على قوة معينة ، وعلى هذا فان النشاط الكهربائى للعضلات يزداد عاكسا بذلك اشتراك عدد أكبر من

الوحدات الحركية . (٥٧ : ٢٥٣) .

كما أوضح سننج Sinning (١٩٧٥) أنه عندما تنقبض العضلة ، فان الوحدات الحركية التى استخدمت فى البداية تصبح متعبة وتفقد قدرتها على انتاج قوة كافية ، لذلك يتم استخدام وحدات حركية أكثر لتعويض الوحدات الحركية المتعبة ، وكلما أصبحت الوحدات الحركية متعبة فان مزيد من الوحدات الحركية تشترك فى العمل حتى تنخفض القوة تماما فى النهاية ، وكلما اشتركت وحدات حركية أكثر فى العمل كلما زاد النشاط الكهربائى . (٦٠ : ٦ - ٧) .

وأثبت بلانك وجونين وماجورا Blank , Gonen & Magora (١٩٧٩) أن ترتيب استخدام الوحدات الحركية يتغير بعد اللحظات الاولى للانقباض العضلى حيث أن الوحدات الحركية ذات الجهد الكهربائى العالى تصبح أكثر نشاطا ، وحجم الوحدات الحركية السريعة الانقباض يكون أكبر وجهدهم الكهربائى أعلى من الوحدات الحركية البطيئةالانقباض، وفى بداية الانقباض فان الوحدات الحركية الصغيرة تستخدم بينما أثناء التعب فالوحدات الحركية الكبيرة تكون أكثر نشاطا (١٩ : ٥٣٧) .

كذلك أوضح بيرجر Berger (١٩٨٢) أن توتر العضلة لا يرتبط فقط بعدد الوحدات الحركية المنقبضة ، ولكن يرتبط أيضا بالتكرار (التردد) الذى به تنتقل الاشارات بواسطة الاعصاب الحركية للالياف والنشاط الكهربائى الناتج من انقباض الالياف العضلية يشير الى مدى مشاركة الوحدات الحركية فى الانقباض . (١٦ : ١٠٨) .

٢- تطبيقات النشاط الكهربائى فى مجال التربية الرياضية :

ساهمت طريقة رسم العضلات الكهربائى فى مجالات عديدة مثل

المجال الطبى والعلاجى بالاضافة الى مجال التربية الرياضية . ولقد تعددت الاستخدامات التطبيقية لهذة الطريقة فى مجال التربية الرياضية حيث استخدمت فى الدراسات التحليلية للاداء الفنى وتعلم المهارات الحركية ، ولعل من أهم استخدامات هذه الطريقة من الناحية التطبيقية هو استخدامها فى دراسات التعب العضلى . وتعتمد دراسات تعلم المهارات الحركية فى جمع بياناتها على مستويات الاداء الحركى وميكانيكية الحركة ، الا أن دراسة النشاط الكهربائى للعضلات تساعد على اكتساب نظرة شاملة لعملية التغير التى تصاحب عملية التعلم الحركى .

وقد أوضح انجلهورن Engelhorn (١٩٨٣) أن كثير من الباحثين حاولوا دراسة التغيرات فى النشاط الكهربائى للعضلات عند ممارسة تدريبات حركية معينة . فقد لاحظ بايتون وكلى Payton & Kellay (١٩٧٢) عند دراسة حركة تنطيط الكرة انخفاضا ملحوظا فى النشاط الكهربائى للعضلة ذات الرأسين العضدية وعدم تغير فى مستوى النشاط الكهربائى للجزء الامامى من العضلة الدالية ، بينما وجد هوبارت Hobart (١٩٧٥) أثناء تعلم مهارة تنطيط الكرة تغيرات ملحوظة فى الزمن اللازم للحصول على أعلى نشاط كهربائى وأن هناك زيادة فى النشاط الكهربائى فى الجزء الخلفى للعضلة الدالية وانخفاضا فى النشاط الكهربائى للجزء الامامى للعضلة الدالية عند تعلم أفراد العينة المهارة الحركية ، بينما لم يحدث أى تغير فى النشاط الكهربائى لكل من العضلة الصدرية والعضلة ذات الثلاث رؤوس العضدية من خلال التدريب . (٢٨ : ٣١٥ - ٣٢٣)

وقد يرجع اختلاف نتائج الدراسات السابقة الى حدوث اختلافات فى ميكانيكية الاداء الحركى من أجل التحسن فى الاداء خلال فترة التدريب ،

ومن الطبيعى أن هذه التغيرات الميكانيكية الحركية مرتبطة بتغيرات فى القوة وبالتالى فى النشاط الكهربائى للعضلات .

كما أجرى لاينى وابراهام Layne &Abraham (١٩٨٧) تجربة لدراسة النشاط الكهربائى لعضلات الرجل المساعدة أثناء أداء اختبار الاتزان على قدم واحدة . وقد تم تسجيل النشاط الكهربائى لاربع عضلات هم : العضلة القصبية الامامية Tibialis Anterior m. ، عضلة الشظية الطويلة Peronus Longus m. ، عضلة الالية الوسطى Gluteus Medius m. ، والعضلة المقربة الكبيرة Adductor Magnus m. ، لعشرة أطفال من الذكور تتراوح أعمارهم مابين ٧ - ٩ سنوات أثناء أداء اختبار الاتزان لمدة ٣٠ ثانية . وبتحليل النشاط الكهربائى لهذه العضلات تبين انخفاض نشاط العضلة المقربة الكبيرة ، وزيادة النشاط الكهربائى للعضلة القصبية الامامية والشظية الطويلة والعضلة الالية . وقد توصلت هذه الدراسة الى أن هذه العضلات الثلاث تلعب دورا هاما وأساسيا عند أداء الاتزان ، وان عدم القدرة على تحقيق الاتزان يرجع الى ضعف هذه العضلات . (٥٠ : ٣٦-٤٠)

وأجرت نادية غريب (١٩٨٧) دراسة لوضع برنامج بهدف رفع الكفاءة العضلية العصبية لبعض عضلات الطرف السفلى التى تعمل فى التوازن الثابت وذلك بغرض التعرف على :

تأثير كل من :

- البرنامج الحركى على زمن التوازن الثابت والنشاط الكهربائى لبعض عضلات الطرف السفلى .
- برنامج الاحساس العضلى على زمن أداء التوازن الثابت والنشاط

الكهربائى لبعض عضلات الطرف السفلى .

- الفرق بين تأثير كل من البرنامج الحركى وبرنامج الاحساس العضلى على النشاط الكهربائى لبعض عضلات الطرف السفلى .

وقد تكونت عينة البحث من ١٢ طالبة من بين طالبات الصف الاول بكلية التربية الرياضية للبنات بالقاهرة حيث تم تقسيمهم الى مجموعتين متكافئتين ، وقد تم تسجيل النشاط الكهربائى للقوة العضلية وكذلك النشاط الكهربائى لثمانية عضلات أثناء أداء التوازن الثابت باستخدام وقفة اللقلق Strok Stand لقياس التوازن الثابت بالاضافة الى تسجيل الزمن الكلى لاداء التوازن .

ثم تم تطبيق البرنامج الحركى على المجموعة الاولى ، وبرنامج الاحساس العضلى على المجموعة الثانية وقد توصلت الباحثة الى :

١- التوافق بين عمل الوحدات الحركية فى المجموعات العضلية بعد تطبيق البرنامجين يساعد على الاقتصاد فى الجهد المبذول وتحسن عمل الجهاز العصبى مما يساعد على زيادة زمن التوازن الثابت.

٢- تحسن التزامن بين عمل الوحدات الحركية بعد تطبيق برنامج الاحساس العضلى المقترح يساعد على تحسن الجهاز العصبى والجهاز العضلى والاقتصاد فى الجهد مما ينتج عنه قيام العضلات بنفس الجهد المطلوب بنسبة أقل مع زيادة سعة الاستجابات الكهربائية وقلة ترددها نسبة الى القوة العظمى (١١ : ١٠١-١٠٧)

وأجريت بعض الدراسات للتعرف على العلاقة بين النشاط الكهربائى العضلى والتمثيل الغذائى لانتاج الطاقة .

فقد أوضح وازرمان Wasserman (١٩٧٨) أنه أثناء أداء العمل العضلى تزيد متطلبات الخلية للاوكسجين وانتاج ثانى أكسيد الكربون وحيث أن معدلات التنفس والدورة الدموية لهما ارتباط بنشاط التمثيل الغذائى للخلية فان كلا من التنفس والاوكسجين المأخوذ يزداد أثناء أداء العمل العضلى ذو معدل العمل المتزايد ، كما أن هناك نوع من العمل العضلى لاتتوازن علاقته بطلب امداده بالاوكسجين ، وقوة انتاج الطاقة الهوائية لاتغطى متطلبات هذا العمل العضلى ، وقد أطلق وازرمان عليه بداية العمل اللاهوائى أو العتبة الفارقة اللاهوائية ، كما أوضح أن تسجيل النشاط الكهربائى للعضلات يعكس العمل الكلى لالياف العضلة العاملة ، وأن النشاط الكهربائى يتغير فى كميته عند بداية العمل اللاهوائى حيث أن الالياف السريعة الانقباض يتم استخدامها (٦٧ : ٧٨٠-٧٨٥)

وقد اهتمت كثير من الدراسات بتأثير التغذية الراجعة للنشاط الكهربائى العضلى EMG-Biofeedback فى التحكم فى نشاط الوحدات الحركية وعلاج وتخفيف الالم الناتج من تقلص العضلات .

فقد أشار ماكجلين وآخرون McGlynn et al., (١٩٧٩) أن باسمجين Basmajian (١٩٦٥) قام باجراء تجربة على مجموعة من الرياضيين ، حيث تم تسجيل النشاط الكهربائى بواسطة أقطاب كهربائية مثبته داخل العضلات العاملة ، مع تحويل الاشارات الكهربائية الى اشارات مسموعة ومرئية حيث يمكن لافراد العينة ادراك توتر الوحدات الحركية . وقد لوحظ أن أفراد العينة يمكنهم التحكم فى هذا النشاط بعد ٥ دقائق . (٥١ : ٢٣٩)

كذلك أثبت صوان وآخرون Swaan et al, (١٩٧٤) أن التغذية الراجعة المسموعة لعضلة الشظية الطويلة يعطى نتائج أفضل فى ايقاف النشاط الغير مطلوب للعضلات أكثر من استخدام وسائل العلاج الطبيعى التقليدى ، ويرجع نجاح هذا الاسلوب الى أنه كونه مستمر ومباشر ويعطى الفرد الاحساس بمدى توتر العضلات وأسلوب التحكم فى هذا التوتر . (٦١ : ٢٥٢) .

كما أجرى يوشيزوا وآخرون Yoshizouwa et al, (١٩٨٣) دراسة للتعرف على مدى تأثير تدريبات التغذية الراجعة للنشاط الكهربائى على السباحة . وقد تم اجراء التجربة على سبعة سباحين ، وأختير ٤ عضلات من العضلات المستخدمة فى جذب الذراع أثناء السباحة وتم تسجيل النشاط الكهربائى لهذه العضلات مع تحويل الاشارات الكهربائية الى اشارات مسموعة ومرئية وأعطيت هذه الاشارات الى السباحين خلال سماعات أذن تحت الماء . وقد تحقق تحسن ملحوظ للنشاط العضلى بواسطة التغذية الراجعة للنشاط الكهربائى EMG - Bfb فى خلال فترة زمنية وجيزة ، مع ملاحظة أن هذا لا يؤدى الى تحسن أرقام السباحين أثناء أو بعد التدريب مباشرة ، ولكن تتحسن سرعات السباحين فى خلال شهر الى ثلاثة أشهر فيما بعد . (٦٨ : ٨٢٨-٨٣٢) .

وحيث أن موضوع الدراسة الحالية يهتم بتأثير الكربوهيدرات على كفاءة عمل الجهاز العضلى العصبى ، فان هذا الموضوع يمكن ادراجه تحت قائمة الدراسات التى اهتمت بظاهرة التعب العضلى ، باعتبار أن تناول الكربوهيدرات وسيلة لتأخير ظهور التعب وزيادة التحمل ، والتعب العضلى ظاهرة فسيولوجية مركبة ومتعددة الاوجه لذا جذبت اهتمام كثير من الباحثين لعدة سنوات .

وقد أثبتت سيمونسن Simonson (١٩٧١) أن التعب العضلى قد يحدث نتيجة :

- تراكم المواد الناتجة عن العمل مثل حامض اللاكتيك والبيروفيك .
- استنفاذ المواد اللازمة للطاقة مثل ثلاثى أدينوذين الفوسفات ATP والفسفوكرياتين PC والجليكوجين .
- حدوث تغيرات فى الحالة الفيزيائية فى العضلة مثل تغيرات كهربائية وتغير خاصية النفاذية فى الخلية العضلية .

وتختلف هذه العمليات وتتفاعل فيما بينها حسب نوع العمل المؤدى، وهناك عمليات أخرى ظهرت بعد ذلك وهى خاصة بانتقال الاشارة العصبية من النهاية العصبية الى سطح الليفة العضلية فى منطقة Motor endplate ويتم هذا الانتقال عن طريق مادة الاستيل كولين Acetylcholine ويؤدى استنفاذ أو تراكم هذه المادة الى ظاهرة التعب . (٥٩ : ٤٥)

كذلك يرى كوستل Costill (١٩٧٤) أن التعب قد يحدث لعدة أسباب مثل تراكم حامض اللاكتيك فى العضلات ، نقص الماء من الجسم ، زيادة فقد الاملاح المعدنية فى العرق ، زيادة درجة حرارة الجسم أو استهلاك الجليكوجين فى العضلة (٢٤ : ٣٦-٤٢) .

وقد أوضح لامب Lamb (١٩٨٤) أن هناك علاقة مباشرة بين استهلاك مصادر الطاقة مثل الفسفوكرياتين PC والجليكوجين وحدوث التعب . ففى حالة أداء الانقباض العضلى الاقصى أو الاقل من الاقصى والذى يستمر لمدة أقل من ١٠ ثوانى ، يتم اعادة بناء ثلاثى أدينوزين الفوسفات ATP لاهوائيا . أى فى غياب الاوكسجين عن طريق انشطار الفسفوكرياتين PC وجليكوجين العضلة ، فعند قياس مخزون

الطاقة فى العضلات بعد الانقباض الذى يستمر لاقل من ١٠ ثوانى يلاحظ انخفاض كبير فى جليكوجين العضلة وأيضا انخفاض ٢٠ -٥٠ ٪ من مخـــزون ATP ، PC مما يؤدى الى حدوث التعب .

بينما يحدث عند أداء العمل العضلى اللاهوائى الذى يستمـــر أكثر من ١٠ ثوانى وأقل من ٢ - ٣ دقائق انخفاضا كبيرا فى مخـــــزون الفسفوكرياتين PC والذى قد يصل الى ٩٠ ٪ ، بالاضافة الى التراكـــم السريع لحامض اللاكتيك مما يؤدى الى حدوث التعب .

وعند أداء العمل العضلى الهوائى الذى يستمر من ٣-١٥ دقيقـة فان تراكم حامض اللاكتيك يكون السبب الرئيسى لحدوث التعب . واذا استمر العمل لمدة ١٥-٦٠ دقيقة فان تراكم حامض اللاكتيك وانخفاض مستـــوى الجليكوجين بالاضافة الى زيادة درجة حرارة الجسم سببا فى حدوث التعب وفى حالة الاستمرار فى أداء العمل العضلى الهوائى لمدة ١-٤ ساعـــات فان تراكم حامض اللاكتيك والانخفاض الكبير للجليكوجين ونقص الماء من الجسم وانخفاض درجة حرارة الجسم من الاسباب التى تؤدى الى حدوث التعب .

(٤٨ : ٣١٥ - ٣١٨)

وقد أوضح لامب (١٩٨٤) أن العصب الحركى لا يحدث فيـــه التعب بينما قد يكون بالجهاز العصبى المركزى أو فى الاتصالات بين الخلايا العصبية Synapses ، أو فى الاتصال العصبى العضلـــــى Neuromusclar Junction ، أو فى العضلة نفسها وذلك حسب نـــوع النشاط المؤدى ، فالعمل العضلى الذى يستمر لفترة طويلة يؤدى الـــى تعب الجهاز العصبى المركزى ، وكذلك النشاط الحركى الذى يتميـــز بصعوبة أداء المهارات الحركية لعدة ساعات ، بينما يحدث التعب فـــى

الاتصال العصبى العضلى فى الانشطة التى تتميز بالسرعة والقوة المميزة بالسرعة (القدرة) ، ويحدث التعب فى العضلة فى العمل العضلى الذى يتطلب أداء الوحدات الحركية البطيئة دون تركيز كبير للجهاز العصبى (٤٨ : ٣١١ - ٣١٢) .

وعن طريق التغيرات الحادثة للنشاط الكهربائى للعضلات أثناء أداء العمل العضلى يمكن تحديد موضع التعب ، وقد أشار لامب (١٩٨٤) أنه :

١- اذا كان النشاط الكهربائى عالى والعضلة تعطى أقصى انقباض لها فهذا يدل على أن العضلة قد أثيرت باشارات عصبية قوية ومتكررة وهذا يوضح كفاءة الجهاز العضلى العصبى .

٢- أما اذا انخفض النشاط الكهربائى قليلا - بعد ما كان عاليا - والعضلة تنقبض بنفس القوة فهذا يدل على تكيف الجهاز العصبى حيث أنه يعطى الاشارات العصبية المطلوبة واللازمة لاثارة العضلة وحدوث الانقباض .

٣- أما اذا كان النشاط الكهربائى فى بداية العمل العضلى ينخفض تدريجيا والعضلة مازالت قوية فهذا يدل على أن اشارات عصبية قليلة أو ضعيفة قد وصلت للعضلة لتنبهها للانقباض ، وعلى هذا يمكن الافتراض بأن التعب قد يكون بالجهاز العصبى أو فى الاتصال العصبى العضلى وذلك لان الاشارات العصبية لاتصل الى العضلة .

٤- فى حالة عدم انخفاض النشاط الكهربائى مع انخفاض القوة العضلية فهذا يدل على حدوث التعب بالعضلة ذاتها ، حيث أن الجهاز العصبى مازالت كفاءته عالية ويحاول أن يمد العضلة بمزيد من الاشارات العصبية لاثارتها وتهيئتها للانقباض ولكن العضلة

لاتستجيب . (٤٨ : ٣١٢) .

تقوم الباحثة بعرض الدراسات التى تناولت تأثير التعب على النشاط الكهربائى العضلى ، وقد تم ترتيب الدراسات ترتيبا زمنيا وفق اجرائها .

فقد قامت زينب عبد الحميد العالم (١٩٦٧) بدراسة كان الهدف منها :

تحليل النشاط الكهربائى لعضلة الفخذ لدى الرياضيين فى مختلف الانشطة الرياضية وذلك خلال فترة الراحة ، وعند أداء الاحمال البدنية ، وبعد تنفيذ أنواع التدليك . وتم دراسة تأثير مجموعة ردود الافعال الحركية ونوعية الاستجابات الكهربائية باستخدام طريقة رسم العضلات الكهربائى . والتعرف على مدى اختلاف الاستجابات العضلية لانواع التدليك تبعا لاختلاف التخصص الرياضى للرياضيين ، لدراسة طبيعة التعب فى كل تخصص رياضى وأسلوب التدليك المناسب للاستشفاء . وتحديد الفترات الزمنية المناسبة بين استخدام اللاعب للتدليك وأداء التدريبات البدنية . واستخدمت الباحثة طريقة EMG لرسم النشاط العضلى للعضلة ذات الاربع رؤوس الفخذية وشملت تجربة البحث الاتى :

١- تسجيل النشاط الكهربائى عند رفع الرجل اليسرى ثلاث مرات لاقصى مدى ممكن بحيث تتم كل مرة خلال فترة ٣ ثوانى (قياس قبلى) .

٢- تثبيت مقاومة فى القدم عبارة عن ثقل وزنه ٧ر٥ كجم ويقوم اللاعب بتثبيت الرجل على مستوى ارتفاع معين وذلك بهدف احداث التعب .

٣- يأخذ اللاعب فترة راحة ويتم خلالها أداء التدليك باستخدام أسلوب من الانواع الثلاثة مسحى - عجنى - طرقى .

٤- يكرر مرة أخرى ما سبق تنفيذه فى الخطوة الاولى بأن يتم تسجيل النشاط الكهربائى عند رفع الرجل اليسرى ثلاث مرات لاقصى مدى ممكن (قياس بعدى) .

- يتم تسجيل النشاط الكهربائى بعد الاداء مرة أخرى فى فترة الاستشفاء فى الدقائق ٢ ، ٤ ، ٦ ، ٨ ، ١٠ ، ١٢ .

وكانت عينة البحث ٨٤ محاولة لكل نوع من أنواع التدليك أى بواقع ٢٥٢ محاولة . وكانت نتائج البحث كالاتى :

١- أمكن باستخدام رسم العضلات الكهربائى توضيح تأثير أنواع التدليك الرياضى على العضلة (المتعبة) وكذلك خلال فترة الاستشفاء .

٢- ساعد التدليك الرياضى على الاحتفاظ بثبات الحالة الداخلية للجسم بعد أداء الاحمال البدنية وخلال رحلة الاستشفاء .

٣- يعتبر التدليك العجنى أكثر تأثيرا من الانواع الاخرى ، من حيث رفع مستوى النشاط الكهربائى للعضلات خمسة أضعاف الراحة السلبية .

٤- استخدام التدليك المركب يساعد على سرعة ازالة التعب من العضلة أكثر من استخدام كل نوع على حده وكان أفضل تركيب هو التدليك العجنى مع المسحى .

٥- أفضل نتائج لتقليل فترة الكمون ، للانقباض والاسترخاء العضلى ، أمكن الحصول عليها بواسطة الثلاث أنواع للتدليك حسب ترتيبها المسحى ، العجنى ، والطرقى ، لمدة ٣ دقائق لكل عضلة . كما أن دمج نوعى التدليك العجنى والطرقى أعطى أفضل النتائج . (٥)

أثبت كاوتنى وآخرون Kawatny et al., (١٩٧٠) أنه عند ما تصل العضلات الى مرحلة التعب أثناء أداء العمل العضلى الثابت فان النشاط الكهربائى الكلى للعضلات يزداد للابقاء على شد عضلى ما . كذلك أثناء التعب يكون هناك تغير فى متوسط تكرار القوة الى تكرار منخفض مع زيادة فى السعة وكذلك الوقت اللازم لرفع جهد الوحدات الحركية .

(٤٢ : ٣٠٣)

أوضح فيتاصلو وكومى Viitasalo &Komi (١٩٧٧) أن زيادة النشاط الكهربائى الكلى للعضلة أثناء التعب يرجع الى الزيادة فى سعة جهد الوحدة الحركية المتوسطة ، حيث أن جهد الوحدة الحركية المتوسطة يزداد أثناء التعب . (٦٤ : ١١٢)

أوضح فيتاصلو وكومى (١٩٧٨) أن الافراد الذين تشتمل عضلاتهم المتسعة الوحشية على نسبة عالية من الالياف السريعة الانقباض يظهروا انخفاض أسرع فى متوسط تكرار القوة اذا استمر الانقباض الى مرحلة التعب . وانخفاض متوسط تكرار القوة قد يرجع الى البطء الكبير فى فرق الجهد الكهربائى (أثناء العمل العضلى) فى الالياف السريعة الانقباض بالرغم من أن هذا يظهر فقط فى حالة الاحمال العالية .

(٦٥ : ٢٤٤-٢٥٠)

كذلك أجرى أبو العلا أحمد عبد الفتاح (١٩٧٩) دراسة بموسكو كان الهدف منها :

الكشف عن مدى تطور التعب فى الجهاز العصبى العضلى الطرفى عند أداء عمل عضلى عام . والمقارنة بين التغيرات التى تحدث فى حالة الجهاز العصبى العضلى الطرفى عند أداء العمل العضلى العام ، والعمل العضلى الموضعى ، مع مراعاة قيام المجموعة العضلية نفسها فى كلا النوعين

بنفس العمل الميكانيكى قدرالامكان .

وقد بلغت عينة البحث احدى عشر طالبا من طلاب المعهد المركزى للثقافة البدنية بموسكو وتتراوح أعمارهم مابين ١٩-٣٢ سنة ، أجريت عليهم ٧٠ تجربة فى أيام مختلفة وكانت التجارب تشمل أزواج من العمل العضلى العام والعمل العضلى الموضعى . وتم تسجيل النشاط الكهربائى للعضلة القصبية الامامية باستخدام زوج من الاقطاب السطحية بالاضافة الى استخدام جهاز مقوى للجهد الكهربائى ، وجهاز رسم الكهرباء للعضلات (ميديكورم) ، واستخدام جهاز لحساب تكامل النشاط الكهربائى للعضلة والالة الحاسبة الالكترونية (م ،ت - ١٠) . وكانت نتائج الدراسة ، أن النشاط الكهربائى للعضلات يتشابه فى حالة التعب الموضعى والتعب العام ، وأن النشاط الكهربائى يتميز بزيادة فى حالة التعب كنوع من أنواع زيادة تعبئة الجهاز العصبى للالياف العضلية أثناء أداء نوعى العمل العضلى الموضعى والعام. (١)

كما قام مايشتا وآخرون Miyashita et al., (١٩٨١) بدراسة للتعرف على مدى ارتباط النشاط الكهربائى المتكامل لبعض عضلات الفخذ بالعتبة الفارقة اللاهوائية أثناء أداء عمل عضلى ذو معدل ثابت ومتزايد على الدراجة الارجوميترية . وقد تم اجراء التجربة على خمسة من طلاب كلية التربية الرياضية أعمارهم تتراوح مابين ٢٣-٢٦ سنة ، حيث قاموا بأداء عمل عضلى ذو معدل متزايد بالتبديل لمدة ٣ دقائق على الارجوميتر ، وبعد ذلك يزداد معدل العمل ٢٥ر١٣ وات كل ٣ دقائق حتى الوصول الى مرحلة التعب ، على أن يتم التبديل بسرعة ٥٠ لفة / دقيقة فى جميع الحالات .

وخلال ذلك تم تسجيل النشاط الكهربائى للعضلة المتسعة الوحشية ، والمتسعة الانسية والمستقيمة الفخذية.وهم يمثلوا ثلاث رؤوس للعضلة ذات الاربع رؤوس الفخذية بواسطة أقطاب كهربائية سطحية ، ولم تقاس العضلة المتوسطة الفخذية حيث أنها أسفل العضلة المستقيمة الفخذية وقياس نشاطها الكهربائى يحتاج الى ابر وليس أقطاب كهربائية سطحية . وقد أوضحت النتائج الاتى :

أنه خلال التمرينات ذات المعدل المتزايد يزداد النشاط الكهربائى المتكامل للعضلة المتسعة الوحشية والمتسعة الانسية خطيا حتى الوصول الى مرحلة التعب ، بينما يزداد النشاط الكهربائى للعضلة المستقيمة الفخذية خطيا حتى العتبة الفارقة اللاهوائية ثم يزداد زيادة منحنية . وكان النشاط الكهربائى عند العتبة الفارقة ٤ر٥٩ للعضلة المتسعة الوحشية ، ٦ر٥٨ للعضلة المتسعة الانسية ، ٣ر٣٥ للعضلة المستقيمة الفخذية .

بينما خلال التمرينات ذات معدل ثابت ، وكان هذا المعدل متوسط ، فان النشاط الكهربائى وكذلك الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين يزداد خطيا لمدة ٣ دقائق ويستمر ثابتا حتى ١٠ دقائق ، بينما اذا كان المعدل أعلى من العتبة الفارقة فان النشاط الكهربائى يزداد خطيا مع الوقت .

كما اتضح أن الالياف السريعة الانقباض (الالياف البيضاء) يبدأ استخدامها عند العتبة الفارقة وأثناء التمرينات التى تتم عند معدلات أعلى من العتبة الفارقة ، فالانخفاض المتزايد فى القدرة على انتاج الطاقة يجعل العضلة تستخدم ألياف أكثر وهذا يؤدى الى زيادة فى النشاط الكهربائى المتكامل للعضلات . (٥٢ : ٢٠٤ - ٢١٧)

أوضح كومى Komi (١٩٨٣) أنه من خلال تجارب رسم العضلات الكهربائى على التعب فى العضلات الهيكلية للانسان أمكن التوصل الى مايلى :

١- يزداد النشاط الكهربائى المتكامل Integrated EMG للاحتفاظ بقوة الانقباض الاقل من الاقصى ، ويعتمد مقدار الزيادة على مقدار الاحتفاظ بمستوى التوتر .

٢- عندما تنخفض القوة الناتجة من أقصى انقباض عضلى فان النشاط الكهربائى المتكامل ينخفض أيضا .

كذلك أضاف كومى Komi أن تش وآخرون Tesch et al., (١٩٨٣) قاموا بتجربة على ثمانية من طلبة كلية التربية الرياضية عند أداء أقصى انقباض عضلى للرجلين ، وقد تم قياس النشاط الكهربائى للعضلة المتسعة الوحشية والمتسعة الانسية والمستقيمة الفخذية أثناء أداء أقصى انقباض بواسطة أقطاب كهربائية سطحية ، وقد تم أخذ عينة من العضلة المتسعة الوحشية بعد انتهاء التدريب مباشرة للتعرف على مستوى اللاكتيك بالعضلة . وقد لوحظ انخفاض متوسط تكرار القوة وزيادة مستوى اللاكتيك بالعضلة عند حدوث التعب . (٤٥ : ١٩٧ - ٢١٢)

وقام تاركا Tarkka (١٩٨٤) بدراسة للتعرف على الفرق بين العضلات السريعة والبطيئة الانقباض عند أداء أقصى انقباض عضلى وفى حالة التعب ، وتم اجراء التجربة على تسعة رجال متوسط أعمارهم وأوزانهم وأطوالهم ٢٥ سنة ، ٧٥ كيلو جرام ، ١٧٥ سنتيمتر .

وتم تسجيل النشاط الكهربائى بواسطة أقطاب كهربائية سطحية لثمانية عضلات هى :

العضلة القصبية الامامية Tibialis Anterier ، النعلية Soleus ، التوآمية Gastrocnemius ، المتسعة الانسية Vastus Medialis ، المتسعة الوحشية Vastus Lateralis ، المستقيمة الفخذية Rectus Femoris ، ذات الرأسين العضدية Biceps brachii ، والعضلة ذات الثلاث رؤوس العضدية Triceps brachii .

وقد أوضحت النتائج الاتى :

أن متوسط تكرار القوة خلال أقصى انقباض كان أقل فى العضلة ذات الثلاث رؤوس العضدية اذا قورنت بالعضلة ذات الرأسين العضدية أو العضلة النعلية أو العضلة التوآمية والعضلة القصبية الامامية ، بينما العضلة ذات الاربع رؤوس الفخذية (المتسعة الوحشية ، المتسعة الانسية ، المستقيمة الفخذية) لم يكن فيما بينهم اختلاف أو مع عضلات الذراع أو مع عضلات الساق . وأن تغير متوسط تكرار القوة أثناء التعب الى تكرار منخفض كان واضحا فى جميع العضلات موضع الدراسة .

كذلك العضلات السريعة الانقباض ذات الرأسين وذات الثلاث رؤوس العضدية أظهرت انخفاض سريع وجوهرى فى متوسط تكرار القوة ، بينما يحدث الانخفاض فى متوسط تكرار القوة للعضلات البطيئة الانقباض متأخرا .

كذلك أوضحت الدراسة أن النشاط الكهربائى الكلى للعضلة يزداد عندما يزداد توتر العضلة ، واستخدام وحدات حركية جديدة ، وزيادة معدل نشاط الوحدات الحركية النشطة مسئولين عن هذه الزيادة أثناء مراحل انتاج القوة . (٦٢ : ١٨٩ - ١٩٤)

وقابلت الباحثة فى مجال استخدام رسم العضلات الكهربائى EMG بعض العقبات المرتبطة بأسلوب تنفيذ تجربة البحث ، خاصة بالنسبة للاداء الحركى نظرا لصعوبة تسجيل النشاط الكهربائى أثناء الحركة ، لذا اهتمت الباحثة بالدراسات التى قامت بتسجيل النشاط الكهربائى أثناء التبديل على الدراجة الارجوميترية لعضلات الطرف السفلى ، ولعل من أهم الدراسات التى تمت فى هذا المجال الدراسة التى قام بها فالنتينو وآخرون Valentino et al., (١٩٨٦) حيث تم اجراء التجربة على ١٠ من لاعبى سباق الدراجات تتراوح أعمارهم مابين ٢٠-٢٥ سنة للتعرف على النشاط الكهربائى بواسطة أقطاب كهربائية سطحية لعضلات الفخذ المختلفة أثناء التبديل على الارجوميتر ومدى اشتراك هذه العضلات عند مقاومات مختلفة ٠ ٪ ، ٢ ٪ ، ٤ ٪ ، ٧ ٪ ، ١٠ ٪ ، وقد أوضح جدول (١) النتائج التالية :

جدول (١)

مشاركة عضلات الفخذ فى العمل العضلى عند التبديل على الارجوميتر عند مستوى شدات مختلفة

العضلة المتسعة الانسية	++	++	+++	++	+++
العضلة المتسعة الوحشية	+	+	++	+++	++++
العضلة المستقيمة الفخذية	+	++	+	+	+++
العضلة نصف الوترية	+	+	+	+	++
العضلة مؤتره للصفاق القصبى	+	+	+	+	++
العضلة ذات الرأسين الفخذية	+++	++++	+++	++++	+++
العضلة الخياطية	—	—	+	++	++
العضلة المقربة الطويلة	—	—	+	+	+
العضلة الرشيقة	+	+	++	+	++
مستوى الشدة	٠ ٪	٢ ٪	٤ ٪	٧ ٪	١٠ ٪

+ =صفر-٢٥٠ ميكروفولت ،++ = ٢٥٠-٥٠٠ ميكروفولت ، +++ = ٥٠٠-٧٥٠ ميكروفولت ، ++++ = ٧٥٠-١٠٠٠ ميكروفولت

- عند مستوى شدة ٠ ٪ كانت العضلة ذات الرأسين الفخذية أكثر العضلات اشتراكا فى العمل العضلى ، بينما لم تشترك العضلة الخياطية ، والمقربة الطويلة فى العمل العضلى .

- عند مستوى شدة ٢ ٪ كانت العضلة ذات الرأسين الفخذية أكثر العضلات اشتراكا فى العمل العضلى يليها العضلة المتسعةالانسية والمستقيمة الفخذية ، بينما لم تشترك العضلة الخياطية والمقربة الطويلة فى العمل العضلى .

- عند مستوى شدة ٤ ٪ فان أكثر العضلات اشتراكا فى العمل العضلى هى العضلة ذات الرأسين الفخذية يليها المتسعة الانسية ثم المتسعة الوحشية والرشيقة .

- أما عند مستوى شدة ٧ ٪ فأكثر العضلات اشتراكا فى العمل العضلى هى العضلة ذات الرأسين الفخذية يليها المتسعة الوحشية ثم المتسعة الانسية والعضلة الخياطية .

- عند أعلى مستوى شدة ١٠ ٪ فان العضلة المتسعة الوحشية كانت أكثر العضلات اشتراكا فى العمل العضلى .

ويتضح من هذه النتائج :

١- أن عضلات الفخذ تختلف من حيث مدى اشتراكها فى العمل العضلى

عند مستوى الشدات المختلفة ، وأكثر العضلات اشتراكا عند التبديل على الارجوميتر كانت العضلة ذات الرأسين الفخذية والمتسعة الانسية والوحشية ، الا أن العضلة المتسعة الوحشية كانت أكثرهم اشتراكا خاصة عند مستوى الشدة العالى .

٢- ان العضلات الاكثر اشتراكا فى التبديل على الارجوميتر كان نشاطها الكهربائى عالى .

٣- تعتبر العضلة المتسعة الوحشية من أكثر العضلات أهمية أثناء التبديل على الارجوميتر حيث أنها أكثر العضلات اشتراكا فى العمل العضلى ، ونشاطها الكهربائى عالى ، بالاضافة الى عدم وجود عضلات أخرى تغطيها مما يسهل قياس نشاطها الكهربائى دون تداخل مع النشاط الكهربائى للعضلات الاخرى .

(٦٣ : ١٤٦ - ١٤٨)

ولعل هذه من أهم الاسباب التى دفعت الباحثة الى اختيار قياس النشاط الكهربائى للعضلة المتسعة الوحشية أثناء اجراء تجربة البحث .

بالاضافة الى أن جونسون وآخرون Johnson et al., (١٩٧٣) قد أوضحوا أن الاختلاف فى نشاط العضلة المتسعة الوحشية ، والمتسعة الانسية والمستقيمة الفخذية يرجع الى اختلاف نسبة احتوائهم على الالياف البطيئة الانقباض (الالياف الحمراء) والالياف السريعة الانقباض (الالياف البيضاء) فالعضلة المستقيمة الفخذية تشتمل على ٥ر٧٠ ٪ من الالياف السريعة الانقباض ، بينما تشتمل العضلة المتسعة الوحشية على ٣ر٦٧ ٪ ، والعضلة المتسعة الانسية تشتمل على ٣ر٥٦ ٪ .

وعلى الرغم من أن العضلة المتسعة الوحشية تأتى فى المرتبة الثانية من حيث احتوائها على الالياف السريعة الانقباض الا أنها أكثر العضلات اشتراكا أثناء التبديل على عجلة الارجوميتر . (٣٩ : ١١١ - ١٢٩)

كذلك أشار باسمجين Basmajian (١٩٧٤) أن الاختلاف الكبير فى نشاط العضلة المتسعة الوحشية ، والمتسعة الانسية ، والمستقيمة الفخذية أثناء التبديل يرجع الى عدم التزامن فى عمل هذه العضلات حيث أن هذه العضلات تعمل بطرق مختلفة خلال المراحل المتعددة للحركة ، والاختلاف فى نشاطهم أثناء التبديل يرجع الى اختلاف Kinesiological بينهم ، وأن العضلة المتسعة الوحشية أكثر هذه العضلات نشاطا عند العمل على الارجوميتر (١٥ : ٢٥٥)

وتستخلص الباحثة من الدراسات السابقة الخاصة بتأثير الكربوهيدرات على أداء العمل العضلى ، أن معظم هذه الدراسات قد تركزت حول تأثير الكربوهيدرات كمصدر رئيسى للطاقة على زيادة مخزون الجليكوجين بالكبد والعضلات وتقليل انخفاض مستوى تركيز سكر الجلوكوز بالدم بعد الاداء ، كما أن هذه الدراسيات قد اهتمت بنوعية واحدة من العمل العضلى الذى يعتمد على انتاج الطاقة الهوائية ، بينما تتضح قلة الدراسات الخاصة بتأثير الكربوهيدرات على أداء العمل العضلى اللاهوائى بالاضافة الى أن نتائج هذه الدراسات القليلة جاءت متعارضة ولم تتفق على رأى موحد .

وعلى الرغم من ترابط عمل الجهاز العضلى والجهاز العصبى عند أداء أى عمل عضلى الا أن كل منهما فى معظم الدراسات يبحث على حده ، ولم تتم دراسة تأثير الكربوهيدرات على زيادة كفاءة كل من الجهاز العضلى

والجهاز العصبى معا .

وبملاحظة الدراسات الخاصة برسم العضلات الكهربائى أن معظم هذه الدراسات قد تركزت حول تحليل التغيرات التى تطرأ على للنشاط الكهربائى أثناء أداء عمل عضلى معين ،أو خلال حدوث التعب ، دون التعرض لدراسة عوامل أخرى كالكربوهيدرات ، والتى يمكن أن تؤثر على النشاط الكهربائى الذى يعتبر نتاج لترابط عمل الجهاز العضلى والجهاز العصبى .

لذا فاستكمالا للدراسات السابقة ، تحاول هذه الدراسة أن تلقى الضوء على تأثير تناول الكربوهيدرات على كفاءة الجهاز العضلى العصبى عن طريق قياس وتحليل النشاط الكهربائى للعضلة ذات الاربيع رؤوس الفخذية سواء أثناء أداء العمل العضلى الهوائى والعمل العضلى اللاهوائى ، كما يمكن من خلال نتائج هذه الدراسة التعرف على تأثير الكربوهيدرات على تحسن بعض وظائف الجهاز الدورى كمعدل النبض وارتفاع ضغط الدم ، ومستوى تركيز سكر الجلوكوز بالدم بعد أداء العمل العضلى، وتأثير كل ذلك على زيادة القدرة على الاستمرار فى أداء العمل العضلى المطلوب .

وتحقيقا لهذه الدراسة أمكن للباحثة من خلال الدراسات السابقة مايلى :

- اختيار منهج البحث وهو المنهج التجريبى على مجموعة واحدة ، حيث أن معظم الدراسات التى اهتمت بتأثير تناول الكربوهيدرات سواء على مخزون الجليكوجين بالكبد والعضلات أو على مستوى تركيز سكر الجلوكوز بالدم قد أجريت على مجموعة واحدة حتى تكون

المتغيرات الفسيولوجية ثابتة .

- تحديد عدد أفراد عينة البحث نظرا لصعوبة قياس النشاط الكهربائى خلال الحركة ، بالاضافة الى صعوبة تحليل النشاط الكهربائى .
- اختيار جرعة الكربوهيدرات الممثلة فى محلول الجلوكوز من حيث المقدار ودرجة التركيز ، بالاضافة الى تحديد الفترة الزمنية المناسبة بين تناول المحلول فى أداء العمل العضلى .
- تحديد أسلوب أداء كل من العمل العضلى الهوائى واللاهوائى باستخدام الاختبارات المقننة .
- تحديد الفاصل الزمنى بين أداء التجربة بدون تناول الكربوهيدرات والاداء مع تناول الكربوهيدرات سواء للعمل الهوائى واللاهوائى .
- اختيار العضلة ذات الاربع رؤوس الفخذية لقياس نشاطها الكهربائى خلال أداء العمل العضلى ، حيث أوضحت الدراسات أنها أكثر عضلات الطرف السفلى اشتراكا ونشاطا عند التبديل على عجلة الارجوميتر. وحيث أن هذه العضلة تشتمل على أربع عضلات فقد أمكن من خلال الدراسات السابقة اختيار العضلة المتسعة الوحشية - وهى احدى رؤوس العضلة ذات الاربع رؤوس الفخذية لقياس نشاطها الكهربائى للتعبير عن النشاط الكلى للعضلة ذات الاربع رؤوس الفخذية ، حيث أوضحت الدراسات أن العضلة المتسعة الوحشية لاتغطيها عضلات أخرى مما يسهل عملية وضع الاقطاب الكهربائية عليها والتأكد من عدم تداخل نشاطها الكهربائى مع النشاط الكهربائى لعضلات أخرى .