

الفصل الثانى

الدراسات المرتبطة بالبحث

أولا : الكربوهيدرات وعلاقتها بالاداء الرياضى

ثانيا : النشاط الكهربائى العضلى

١- نظرية النشاط الكهربائى العضلى

٢- تطبيقات النشاط الكهربائى فى مجال التربية

الرياضية .

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 مجال الرياضى بمحاولة التوصل الى أفضل أنواع الغذاء ملائمة للرياضيين ، ليس فقط فى البرنامج الغذائى اليومى ، ولكن أيضا فى وجبة ما قبل المنافسة، وخلال المنافسة ذاتها ، وما بعد 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 ، والتي تنتج من خلال العمليات الكيميائية الحيوية السريعة ، وتشمل ثلاثى ادينوزين الفوسفات (PC) Adenosin Triphosphate (ATP) والفسفوكرياتين
- 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 وباسكرک Johnson & Buskirk (١٩٧٤) ، وفوكس Fox (١٩٨٤) ، ولامب Lamb (١٩٨٤) أن أهمية الكربوهيدرات

لا ترجع فقط الى عدد السعرات الحرارية التي تنتجها ، بل ترجع أيضا الى السرعة التي 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 في الدم ، وعند ما ترتفع نسبة سكر الجلوكوز يفرز هرمون الانسولين Insulin من البنكرياس ليحفظ نسبة تركيز الجلوكوز بالدم ما بين ٨٠ - ١٢٠ ملليجرام % ، ويعمل على تخزين الزائد من الجلوكوز على هيئة جليكوجين في الكبد والعضلات ، حيث يتم تحويل هذا الجليكوجين الى سكر جلوكوز مرة أخرى عند الحاجة اليه لاستهلاكه في انتاج الطاقة .

(٤٨ : ٨٢)

وبالنظر الى تغيرات الكربوهيدرات خلال عمليات التمثيل الغذائي والتخزين بالجسم يتضح أن مستوى تركيز سكر الجلوكوز بالدم يجب أن يظل دائما ما بين ٨٠ - ١٢٠ ملليجرام % ، لذا فانه في حالة الزيادة عن الحد الاقصى يقوم البنكرياس بإفراز 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 ، فإن المحافظة أيضا على مستوى الحد الادنى لا يقل عن ذلك أهمية ، فإن مستوى نسبة ٨٠ ملليجرام % يعتبر الحد الادنى لكفاية حاجة الجهاز العصبي من الجلوكوز ، ونقص مستوى تركيز سكر الجلوكوز عن هذا المستوى يؤدي الى انخفاض القدرة العضلية والشعور بالجوع ، وانخفاض درجة حرارة الجسم بالإضافة الى حدوث خلل بالجهاز العصبي يتمثل في فقدان الوعي . (٨٠ : ٣٣٢)

وعند أداء النشاط البدني تزداد حاجة الجسم الى انتاج الطاقة ، وبالتالي يتم تكسير الجليكوجين الموجود بالعضلات وتحويله الى سكر جلوكوز ، لكي يؤدي الى اعادة بناء ثلاثي أدينوزين الفوسفات ATP في وجود الاوكسجين (هوائيا) أو في عدم وجوده (لا هوائيا) .

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

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

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

بارزاكوفا وروجزنن Parizkova & Rogozkin (١٩٧٨) ، وفوكس
 • (١٩٨٤) Fox

فقد أشار نلسون وهيلتمان Nilsson & Hultman
 (١٩٧٤) أن مخزون الجليكوجين فى 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 غنيّة
 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 Nilsson & 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 ٦٥ 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 ٣ 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 ١١ 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 الجليكوجين الكبد يختلف تبعاً لنوعية الوجبة الغذائية التي يتم تناولها قبل الأداء ، حيث يمكن أن يزيد هذا المخزون عن ٥٠٠ مللى مول / كجم من وزن الكبد بعد تناول وجبة غذائية غنية بالكربوهيدرات بينما ينخفض هذا المخزون ليبلغ ١٢ - ٧٣ مللى مول / كجم من وزن الكبد بعد تناول وجبة غذائية قليلة الكربوهيدرات (٣٥ : ١٠٠)

ويذكر بارزاكوف و روجزكن Parizkova & Rogozkin (١٩٧٨) أن القياسات المباشرة لمخزون الجليكوجين بالكبد قد أوضحت أهمية كمصدر رئيسي للطاقة أثناء أداء العمل العضلي ، حيث تم حساب حجم الجليكوجين عن طريق أخذ عينة من الكبد في الصباح وبعد الأكل بساعة وأثناء الراحة وتم مقارنته بحجم الجليكوجين المخزون بعد العمل على عجلة الأرجوميتر لمدة ساعة ، وقد لوحظ انخفاض في حجم الجليكوجين بمقدار ١٢٥ مللى مول وحدة جلوكوز عن وقت الراحة ، كما اتضح زيادة في معدل إنتاج الجلوكوز من الكبد مع زيادة شدة المجهود البدني ومدة زيادة زمن وطول فترة الأداء حيث لوحظ أن أكبر معدل من إنتاج الجلوكوز من الكبد يكون عند نهاية المجهود المرتفع الشدة . (٥٤ : ٣٩)

كذلك أوضح فوكس FOX (١٩٨٤) أن استهلاك جليكوجين العضلة أثناء أداء العمل العضلي يعتمد على عدة عوامل هي : شدة وزمن وطريقة أداء العمل العضلي ، فعندما يزداد شدة وزمن الأداء يزداد استهلاك جليكوجين العضلة .

وقد أثبت فوكس FOX (١٩٨٤) ذلك من خلال تجاربه على مجموعة من الرياضيين ، قاموا بالتبديل على عجلة الأرجوميتر لمدة ساعتين ، وقد تم

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

كما أجرى فوكس Fox (١٩٨٤) تجربة لمعرفة مدى استخدام جليكوجين العضلة عند أداء العمل العضلى ذوالشدة 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 واشتركا 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) ، بارزاكوف وروجزكن Parizkova & Rogozkin

(١٩٧٨) ، محمد الهادى الدنف (١٩٨٠) ، لنجينفيلد Langenfeld

(١٩٨٣) ، جاندرين وآخرون Jandrain et al., (١٩٨٤) ،

وكرزينتوسكى وآخرون Krzentowski et al., (١٩٨٤) .

أشار بارزاكوف وروجزكن Parizkova & 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 (٢٠ ق) أن مستوى تركيز جلوكوز الدم للمجموعة التى تناولت المحلول قبل الاداء بفترة ٣٠ دقيقة أعلى منها للمجموعة التى تناولت المحلول قبل الاداء بفترة ٢٠ دقيقة ، وكذلك المجموعة التى تناولت المحلول قبل الاداء بفترة ١٠ دقائق ، بينما بلغ مستوى تركيز الجلوكوز بالدم للمجموعة التى لم تتناول المحلول أدنى مستوى له . (٥٤ : ٢١-٢٢)

كما قام بارزاكوف 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 وجبة غنية بالكربوهيدرات فان القدرة على أداء العمل البدنى ذو الشدة العالية تزداد من ٧٥ ٪ أقصى ساعة أو كسجين الى ٣٠٠-٤٠٠ ٪ . كما تتناسب القدرة على أداء المجهود البدنى - والتي 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 لأكثر 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 ما بين ١٨-٢١ سنة . وقد أوضحت نتائج هذه الدراسة أن ممارسة نشاط التحمل (١٥٠٠) م جرى بعد تناول وجبة 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 لاعبي سباقات الدراجات ، حيث تم تقسيمهم الى مجموعتين أحدهما تتناول محلول بنكهة الليمون والاخرى تتناول نفس المحلول مضافا اليه جلوكوز بنسبة تركيز ٦.٥٪ (٦٥ جرام من الجلوكوز لكل ١٠٠ سم^٣ 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 جاندرين 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 مليلتر 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 لأداء 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 ما بين 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 التي اهتمت بتأثير تناول الكربوهيدرات على زيادة القدرة والاستمرار في أداء العمل العضلي دراسة برجستروم وآخرون Karlsson & Bergstrom et al., (١٩٦٧) ، كارلسون وسالتين ، Saltin (١٩٧١) ، وارن وآخرون ، wahren Et al., (١٩٧١) ، برجستروم وهيلتمان Bergstrom & Hultman (١٩٧٢) ، بروك وجرين Brooke & Green (١٩٧٣) ، سكالي Scully (١٩٧٥) ، محي الدين (١٩٨٠) ، فيليج وآخرون ، Felig et al., (١٩٨٢) ، كويلي وآخرون ، Coyle et al., (١٩٨٣) ، وكويلي وآخرون Coyle et al., (١٩٨٦) .

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

كما أشار هولوزي (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 عضلي 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 (٦٨ : ٣٤)

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 . (٦٨ : ٦٦)

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 الانهك تناول أفراد العينة الاتى :

- ١- فى المرحلة التجريبية الاولى : ٢٥٠ مليلتر 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 مليلتر 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 سزعة استعادة الشفاء وذلك باستخدام بعض المواد الغذائية . وقد تم تطبيق التجربة على ٢٠ رياضيا من لاعبي السباحة والعباب 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 سم^٣ من الماء قبل بدء التجربة .
- القياس الثالث : قياس الاداء واستعادة الشفاء بعد تناول ٢٠٠ سم^٣ مذاب فيه جلوكوز بتركيز ٢٠٪ .
- القياس الرابع : قياس الاداء واستعادة الشفاء بعد تناول ٢٠٠ سم^٣ من محلول الجلوكوز بتركيز ٢٠٪ + كلوريد الصوديوم ٩٪ .
- القياس الخامس : قياس الاداء واستعادة الشفاء بعد تناول ٢٠٠ سم^٣ من محلول الجلوكوز بتركيز ٢٠٪ + كلوريد الصوديوم ٩٪ + ٥ر . جم كالسيوم + ٥٠٠ وحدة دولية من فيتامين د_٣ .

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 يؤدي 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 كويلي وآخرون Coyle et al., (١٩٨٣) بأجراء تجربة لمعرفة مدى تأثير تناول الكربوهيدرات على أداء العمل العضلي السدى يستمر لفترة طويلة وتأخر ظهور التعب . وقد تكونت عينة الدراسة من عشرة رياضيين تتراوح أعمارهم بين ٢٤ - ٣٦ سنة قاموا بالتبديل وهم صائمون لا طول فترة ممكنة على عجلة الارجوميتر بشدة تتراوح بين ٧٠ - ٧٩٪ من الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين وتم تكرار نفس العمل العضلي وبنفس الحمل بعد أسبوع ولكن مع تناول محلول الجلوكوز بعد ٢٠ دقيقة من بدء العمل العضلي . وقد أوضحت نتائج هذه الدراسة أن مستوى تركيز سكر الجلوكوز بالدم فى نهاية أداء العمل العضلي كان أعلى بنسبة تتراوح من ٢٠ - ٤٠٪ فى حالة تناول الكربوهيدرات عنه فى حالة عدم تناولها ، وقد أدى ذلك إلى عدم ظهور أعراض نقص السكر بالدم Hypoglycemia بالإضافة الى زيادة زمن الاستمرار فى أداء العمل العضلي حيث كان متوسط زمن الاداء فى حالة عدم تناول الكربوهيدرات 134 ± 6 دقائق ، بينما ازداد متوسط زمن الاداء فى حالة تناول الكربوهيدرات الى 157 ± 5 دقائق . (٢٧ : ٢٣٠ - ٢٣٥)

كذلك أجرى كويلي وآخرون Coyle et al., (١٩٨٦) دراسة بهدف معرفة عما اذا كان تأخر ظهور التعب عند تناول الكربوهيدرات خلال أداء العمل العضلي المستمر لفترة طويلة مرتبط بتقليل مستوى انخفاض جليكوجين العضلة . وقد تم اجراء التجربة على سبعة رياضيين متوسط أعمارهم وأوزانهم 26 ± 2 سنة ، 71.9 ± 1.7 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 العضلي

حتى الوصول الى مرحلة التعب وعدم القدرة على الاستمرار في 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 في حالة تناول محلول الجلوكوز عنه في حالة عدم تناوله ، بالاضافة الى زيادة زمن أداء العمل العضلي بمقدار ساعة في حالة تناول المحلول عنه في حالة عدم تناوله . (٢٦ : ١٦٥ - ١٧٢) .

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

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

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

يؤدي الى سلسلة من التغيرات فى المواد الكربوهيدراتية المتناولة والتي تؤدي 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 لأداء العمل العضلى المطلوب . فالجسم لا يجب أن يستهلك احتياطي الكربوهيدرات الموجود خارج العضلات حيث أن الجهاز العصبى المركزى يعتمد تقريبا على الدم للحصول على الجلوكوز ، والاستنفاد السريع لجليكوجين العضلات والكبد يؤدي الى الاعتماد على جلوكوز الدم ، واستنفاد هذا الجلوكوز يؤثر على سلامة الجهاز العصبى (٣١ : ٩٣) .

ويؤكد هلتمان وزهولم Hultman & Sjöholm (١٩٨٣) وهنتر وسكير Hunter & Sukker (١٩٨٣) أن التدرجات ذات الشدة العالية تخفض مستوى الجليكوجين بالكبد خلال فترة قصيرة وهذا الانخفاض يؤدي الى الاعتماد على جلوكوز الدم ، وانخفاض مستوى تركيز الجلوكوز بالدم عن المستوى الطبيعى يؤدي الى حدوث خلل بالجهاز العصبى يتمثل فى الصداع وعدم القدرة على التركيز وفقدان الوعي (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 المجهود البدنى ، والجهاز العصبى عند أداء العمل العضلى الهوائى . بينما المعلومات ما زالت قليلة عن تأثير تناول الكربوهيدرات على أداء العمل العضلى اللاهوائى الذى يحتاج الى طاقة عالية خلال فترة زمنية قصيرة لا تتعدى ثلاث دقائق .

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

كما أوضح لامب Lamb (١٩٨٤) أن تناول الكربوهيدرات 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 بهدف التعرف على تأثير اختلاف نوعية الغذاء وشدة التدريب على مستويات اللاكتيك بالدم وزمن الاداء . وقد استخدم ثلاث أنواع من الوجبات الغذائية : وجبة غذائية عادية ، وجبة قليلة الكربوهيدرات ، ووجبة غنية بالكربوهيدرات . كما استخدم نوعين من شدة الحمل البدنى عند مستوى ٨٥٪ من الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين ، وعند مستوى ١١٠٪ من الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين . . مما يعنى أن الشدة الاولى تمثل العمل العضلى الهوائى ، بينما تمثل الشدة الثانية زيادة

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 حامض 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 القليلة الكربوهيدرات فى مستوى حامض اللاكتيك بالدم ، كما كانت الزيادة فى زمن الاداء لصالح الوجبة الغنية بالكربوهيدرات ، وقد توصل من خلال هذه الدراسة الى أن زيادة مخزون الجليكوجين قبل أداء العمل العضلى اللاهوائى يؤدي الى زيادة مستوى الاداء (٥٨ : ١٦١ - ١٧٠) .

ثانياً : النشاط الكهربائى العضلى :

بناءً على ما حددته الباحثة من أهداف ، ولداسة تأثيرالكربوهيدرات على النشاط الكهربائى العضلى كمؤشر للتعبير عن كفاءة الجهاز العضلى العصبى ، وانطلاقاً من حداثة استخدام فكرة رسم العضلات الكهربائى فى البيئة المصرية ، وفى دراسات التربية الرياضية بصفة خاصة ، رأته 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 الكهربائي العضلي :

النشاط الكهربائي العضلي هو تسجيل للتغيرات الكهربائية التي تحدث بالعضلات أثناء الانقباض العضلي . (٤١ : ١٤)

ففي حالة الراحة Resting Potential يختلف توزيع أيونات الصوديوم والبوتاسيوم في 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 من خارجها ، وهذا الاختلاف في توزيع الأيونات ذات الشحنات الموجبة والسالبة حول غشاء الليفة العضلية يتسبب في فرق جهد كهربائي يتراوح ما بين ٥٠ - ١٠٠ مللي فولت ، وعندما يطلق العصب الحركي إشارة عصبية إلى الليفة العضلية يحدث تغير في الحالة الكهربائية لليفة العضلية وتحدث حالة فقد الاستقطاب Depolarization حيث يسمح بنفاذ أيونات الصوديوم إلى داخل الليفة العضلية ، وفي نفس الوقت تخرج أيونات البوتاسيوم إلى الخارج وذلك يتغير توزيع الشحنات الكهربائية وتستمر هذه الحالة أجزاءً من الثانية ، وتنتشر هذه الاستشارة على طول الليفة العضلية وتكون سبباً في حدوث الاستجابة الكيميائية لانتاج الطاقة وإتمام الانقباض العضلي ، حيث تقوم أيونات الكالسيوم بتثبيط نشاط جزيئات التروبونين Troponin ، وبعد توقف نشاط التروبونين يتحرر الأنزيم المايوسين Myosin ATP ase الذي يتم في وجوده انشطار ATP وتحدث الطاقة اللازمة لتحريك أهداب أجزاء المايوسين لتجذب في اتجاه الوسط أجزاء الأكتين ويحدث الانقباض العضلي . (٢ : ١٠٤ - ١٠٦)

ونظرا لان الدراسة الحالية تسعى الى محاولة الكشف عن تأثير تناول الكربوهيدرات على النشاط الكهربائي العضلى ، والذي 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 (٤٨ : ٣١٣) 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 رأسية تمثل عامل الزمن ، وتقسيمات أفقية تمثل مقدار فرق الجهد الكهربائى ، ويحسب الزمن بالمللى ثانية (بـ ١ 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 والتوفيق 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 الآخر وبالتالي تسمح بمرور الوصلات العصبية إلى اليافها عند أقل إثارة ، وكلما زادت الإثارة فإن الخلايا العصبية الأقل حساسية يبدأ استخدامها حتى يحدث أقصى انقباض . وحيث أن استخدام الوحدات الحركية غير متزامن فإن انقباض العضلة يكون متدرجا . والوحدات الحركية تنقبض بتكرار يصل إلى ٤ مرة في الثانية الواحدة ، وهذا المعدل يكون في الوحدات الأكثر حساسية حيث أن الوحدات الأقل حساسية تستخدم لزيادة قوة الانقباض ويعكس الرسم الكهربائي التغيرات في تكرار الانقباض وعدد الوحدات المثارة . (٤١ : ١٦)

والتوتر الذي يحدث بالعضلة يرتبط بعدد الألياف العضلية المنقبضة . فكلما أثير عدد كبير من الألياف العضلية يكون التوتر أكبر ، ولأن كل ألياف العضلة أعضاء في الوحدات الحركية فإن عدد الوحدات الحركية التي تبدأ في الانقباض مع بعضها البعض تحدد مدى التوتر . وقد أوضح رودجرز وبرجر Rodgers & Berger (١٩٧٤) أن هناك علاقة ذات دلالة بين التوتر ومدى اشتراك الوحدات الحركية فكلمة تنقبض العضلة بتوتر كبير فإن اشتراك الوحدات الحركية يزداد تناسبيا حيث أن زيادة قوة الانقباض العضلي يصاحبها زيادة اشتراك الوحدات الحركية ، وبالتالي فإن النشاط الكهربائي يزداد أيضا . وعندما تقل القوة في العضلات المتعبة فإن الوحدات الحركية المشاركة في الانقباض لا تعكس حالة التعب حيث أن اشتراك الوحدات الحركية خلال أقصى انقباض عضلي يبقى كما هو عندما تقل القوة مع التعب ، ويرجع ذلك إلى اشتراك مزيد من الألياف العضلية لتبقى على قوة معينة ، وعلى هذا فإن النشاط الكهربائي للعضلات يزداد عاكسا بذلك اشتراك عدد أكبر من

الوحدات الحركية . (٥٧ : ٢٥٣) .

كما أوضح سننج Sinning (١٩٧٥) أنه عندما تنقبض العضلة ، فإن الوحدات الحركية التي 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 فإن مزيد من الوحدات الحركية تشارك 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 البطيئة الانقباض ، وفى بداية الانقباض فإن 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 الطبي والعلاجى بالاضافة الى مجال التربية الرياضية . ولقد تعددت الاستخدامات التطبيقية لهذه 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 الطبيعي أن هذه التغيرات الميكانيكية الحركية مرتبطة بتغيرات فى القوة وبالتالي فى النشاط الكهربائى للعضلات .

كما أجرى لاينى و ابراهام Layne & Abraham (١٩٨٧) تجربة لدراسة النشاط الكهربائى لعضلات الرجل المساعدة أثناء أداء اختبار الاتزان على قدم واحدة . وقد تم تسجيل النشاط الكهربائى لاربعة 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 ما بين ٧ - ٩ سنوات أثناء أداء اختبار الاتزان لمدة ٣٠ ثانية . وتحليل النشاط الكهربائى لهذه العضلات تبين انخفاض نشاط العضلة المقربة الكبيرة ، وزيادة النشاط الكهربائى للعضلة القصبية الامامية والشظية الطويلة والالية . وقد توصلت هذه الدراسة الى أن هذه العضلات الثلاث تلعب دورا هاما و أساسيا 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

الكهربائي لبعض عضلات الطرف السفلى .

- الفرق بين تأثير كل من البرنامج الحركي وبرنامج الاحساس العضلي على النشاط الكهربائي 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 الكهربائي للقوة العضلية وكذلك النشاط الكهربائي لثمانية عضلات أثناء أداء التوازن الثابت باستخدام وقفة اللقلق Strok Stand لقياس التوازن الثابت بالاضافة الى تسجيل الزمن الكلي لاداء التوازن .

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

١- التوافق بين عمل الوحدات الحركية في المجموعات العضلية بعد تطبيق البرنامج يساعده على الاقتصاد في الجهد المبذول وتحسن عمل الجهاز العصبي مما يساعد على زيادة زمن التوازن الثابت .

٢- تحسن التزامن بين عمل الوحدات الحركية بعد تطبيق برنامج الاحساس العضلي المقترح يساعد على تحسن الجهاز العصبي والجهاز العضلي والاقتصاد في 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 الكهربائي

العضلي والتمثيل الغذائي لانتاج الطاقة .

فقد أوضح وازرمان Wasserman (١٩٧٨) أنه أثناء أداء العمل العضلى تزيد متطلبات الخلية للاوكسجين ونتاج 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 لا تتوازن علاقته بطلب امداده بالاوكسجين ، وقوة انتاج الطاقة الهوائية لا تغنى 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 باسماجين Basmajian (١٩٦٥) قام باجراء تجربة على مجموعة من الرياضيين ، حيث تم تسجيل النشاط الكهربائى بواسطة أقطاب كهربائية مثبتة داخل العضلات العاملة ، مع تحويل الاشارات الكهربائية الى اشارات مسموعة ومرئية حيث يمكن لافراد العينة ادراك توترالوحدات 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 إيقاف 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 : ٢٥٤) .

كما أجرى يوشيزوا وآخرون (Yoshizouwa et al, ١٩٨٣) دراسة للتعرف على مدى تأثير تدرجات 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 يؤدي 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 الواجهه 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 أدينوزين 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 الإشارة 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 . وفى 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 مخزون ATP ، PC مما يؤدي الى حدوث التعب .

بينما يحدث عند أداء العمل العضلى اللاهوائى الذى يستمر أكثر من ١٠ ثوانى وأقل من ٢ - ٣ دقائق انخفاضا كبيرا فى مخزون الفسفوكرياتين PC والذى قد يصل الى ٩٠٪ ، بالاضافة الى التراكم السريع لحمض اللاكتيك مما يؤدي الى حدوث التعب .

وعند أداء العمل العضلى الهوائى الذى يستمر من ٣-١٥ دقيقة فان تراكم حامض اللاكتيك يكون السبب الرئيسى لحدوث التعب . و اذا استمر العمل لمدة ١٥-٦٠ دقيقة فان تراكم حامض اللاكتيك وانخفاض مستوى الجليكوجين بالاضافة الى زيادة درجة حرارة الجسم سببا فى حدوث التعب وفى حالة الاستمرار فى أداء العمل العضلى الهوائى لمدة ١-٤ ساعات 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 فيه التعب بينما قد يكون بالجهاز العصبى المركزى أو فى الاتصالات بين الخلايا العصبية Synapses ، أو فى الاتصال العصبى العضلى Neuromuscular Junction ، أو فى العضلة نفسها وذلك حسب نوع النشاط المؤدى ، فالعمل العضلى الذى يستمر لفترة طويلة يؤدي الى تعب الجهاز العصبى المركزى ، وكذلك النشاط الحركى الذى يتميز بصعوبة أداء المهارات الحركية لعدة ساعات ، بينما يحدث التعب فى

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- إذا كان النشاط الكهربائى عالى والعضلة تعطى أقصى انقباض لها فهذا يدل على أن العضلة قد أثرت بإشارات عصبية قوية ومتكررة وهذا يوضح كفاءة الجهاز العضلى العصبى .
- ٢- أما إذا انخفض النشاط الكهربائى قليلا - بعدما 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 إذا كان النشاط الكهربائى فى بداية العمل العضلى ينخفض تدريجيا والعضلة ما زالت 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 ما زالت كفاءته عالية ويحاول أن يمد العضلة بمزيد من الاشارات العصبية لاثارتها وتهيئتها للانقباض ولكن العضلة

لاستجيب . (٤٨ : ٣١٢) .

تقوم الباحثة بعرض الدراسات التي تناولت تأثير التعب على النشاط الكهربائي العضلي ، وقد تم ترتيب الدراسات ترتيباً زمنياً وفق اجرائها .
فقد قامت زينب عبدالحميد العالم (١٩٦٧) بدراسة كان الهدف منها :

تحليل النشاط الكهربائي لعضلة الفخذ لدى الرياضيين في مختلف الأنشطة 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 الكهربائي .
والتعرف على مدى اختلاف الاستجابات العضلية لانواع التدليك تبعاً لاختلاف التخصص الرياضي للرياضيين ، لدراسة طبيعة التعب في كل تخصص رياضي وأسلوب التدليك المناسب للاستشفاء . وتحديد الفترات الزمنية المناسبة بين استخدام اللاعب للتدليك وأداء التدريبات البدنية .
واستخدمت الباحثة طريقة EMG لرسم النشاط العضلي للعضلة ذات الاربع رؤوس الفخذية وشملت تجربة البحث الاتي :

- ١- تسجيل النشاط الكهربائي عند رفع الرجل اليسرى ثلاث مرات لاقصى مدى ممكن بحيث تتم كل مرة خلال فترة ٣ ثواني (قياس قبلي) .
- ٢- تثبيت مقاومة في القدم عبارة عن ثقل وزنه ٧ 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 الداخلىة 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 والاسـترخاء 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
عندما 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 فيتا صلو 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 فيتا صلو وكومى (١٩٧٨) أن الافراد الذين تشتمل على
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 عبدالفتاح (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 قدر الامكان .

وقد بلغت عينة البحث احدى عشر طالبا من طلاب المعهد المركزى للثقافة البدنية بموسكو وتتراوح أعمارهم ما بين 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 الكهربائى للعضلات (ميديكورم) ، واستخدم 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 ما بين ٢٣-٢٦ سنة ، حيث قاموا بأداء عمل عضلى ذو معدل متزايد بالتبديل لمدة ٣ دقائق على الارجوميتر ، وبعد ذلك يزداد معدل العمل ٢٥٪ و٣١٪ و٣٥٪ كل ٣ دقائق حتى الوصول الى مرحلة التعب ، على أن يتم التبديل بسرعة ٥ لفة / دقيقة فى جميع الحالات .

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

أنه خلال التمرينات ذات المعدل المتزايد يزداد النشاط الكهربائي المتكامل للعضلة المتسعة الوحشية والمتسعة الانسية خطياً حتى الوصول الى مرحلة التعب ، بينما يزداد النشاط الكهربائي للعضلة المستقيمة الفخذية خطياً حتى العتبة الفارقة اللاهوائية ثم يزداد زيادة منحنية . وكان النشاط الكهربائي عند العتبة الفارقة ٥٩٤ ر٥ للعضلة المتسعة الوحشية ، ٥٨٦ ر٥ للعضلة المتسعة الانسية ، ٣٥٣ ر٣ للعضلة المستقيمة الفخذية .

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

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

أوضح كومي Komi (١٩٨٣) أنه من خلال تجارب رسم العضلات الكهربائي على التعب في العضلات الهيكلية للانسان أمكن التوصل الى مايلي :

- ١- يزداد النشاط الكهربائي 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 عضلي فان النشاط الكهربائي المتكامل ينخفض أيضا .

كذلك أضاف كومي Komi أن تش وآخرون Tesch et al., (١٩٨٣) قاموا بتجربة على ثمانية من طلبة كلية التربية الرياضية عند أداء أقصى انقباض عضلي للرجلين ، وقد تم بقياس النشاط الكهربائي 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 عضلي وفي حالة التعب ، وتم اجراء التجربة على تسعة رجال متوسط أعمارهم وأوزانهم وأطوالهم ٢٥ سنة ، ٧٥ كيلو جرام ، ١٧٥ سنتيمتر .

وتم تسجيل النشاط الكهربائي بواسطة أقطاب كهربائية سطحية لثمانية عضلات هي :

العضلة القصبية الامامية Tibialis Anterior ، النعلية
 Soleus ، التوأمية 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 التوأمية 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 وجوهري 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 ، واستخدأم 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 الارجوميتريه 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 لاعبي سباق الدراجات تتراوح أعمارهم ما بين ٢٠-٢٥ سنة للتعرف على النشاط الكهربائى بواسطة أقطاب كهربائية سطحية لعضلات الفخذ المختلفة أثناء التبديل على الارجوميتير 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 الارجوميتير عند مستوى شدات مختلفة

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

+ = 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 المتسعة الانسية 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 الأرجوميتر 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 الأرجوميتر كان نشاطها الكهربائى عالى .

٣- تعتبر العضلة المتسعة الوحشية من أكثر العضلات أهمية أثناء التبديل على الأرجوميتر 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 ٧٠٪ من الالياف السريعة الانقباض ، بينما تشتمل العضلة المتسعة الوحشية على ٦٧٪ ، والعضلة المتسعة الانسية تشتمل على ٥٦٪ .

وعلى الرغم من أن العضلة المتسعة الوحشية تأتي 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 (٢٥٥ : ١٥)

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 الدراسات قد اهتمت بنوعية واحدة من العمل العضلى الذى يعتمد على انتاج الطاقة الهوائية ، بينما تتضح قللة 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 الاربع 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

ما يلى :

- اختيار منهج البحث وهو المنهج التجريبي 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 الكهربائي خلال الحركة ، بالإضافة الى صعوبة تحليل النشاط الكهربائي .

- اختيار جرعة الكربوهيدرات الممثلة في محلول الجلوكوز من حيث المقدار ودرجة التركيز ، بالإضافة الى تحديد الفترة الزمنية المناسبة بين تناول المحلول في أداء العمل العضلي .

- تحديد أسلوب أداء كل من العمل العضلي الهوائي واللاهوائي باستخدام الاختبارات المقننة .

- تحديد الفاصل الزمني بين أداء التجربة بدون تناول الكربوهيدرات والاداء مع تناول الكربوهيدرات سواء للعمل الهوائي واللاهوائي .

- اختيار العضلة ذات الاربع رؤوس الفخذية لقياس نشاطها الكهربائي خلال أداء العمل العضلي ، حيث أوضحت الدراسات أنها أكثر عضلات الطرف السفلي 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 - وهي احدى رؤوس العضلة ذات الاربع رؤوس الفخذية لقياس نشاطها الكهربائي للتعبير عن النشاط الكلي للعضلة ذات الاربع رؤوس الفخذية ، حيث أوضحت الدراسات أن العضلة المتسعة الوحشية لاتغطيها عضلات أخرى مما يسهل عملية وضع الاقطبان الكهربائيين عليها والتأكد من عدم تداخل نشاطها الكهربائي مع النشاط الكهربائي لعضلات أخرى .