

دراسة النشاط الكهربائي (EMG) للعضلة ذات الرؤوس الثلاث وعلاقته بتمرين الضغط والتغيرات البيوكيميائية للوقوف على اليدين ضغطاً في متوازي الرجال

الاستاذ المساعد الدكتور: وهبي علوان حسون : جامعة بغداد: كلية التربية| ابن رشد

١- المقدمة واهمية البحث

١- المقدمة

تعد رياضة الجمناستك من الرياضات الصعبة التي تطورت خلال السنوات الاخيرة بشكل كبير، وسبق هذا التقدم تطوراً في الادوات والاجهزة التحليلية والقياسية التي ادت الى تطور ليس فقط الشكل العام لحركات الجمناستك بل ايضا الى ارتفاع في الصعوبة وزيادة فن الاداء، واصبح التنافس قريب ويحسب بأعشار الدرجة.

وظهر ذلك بوضوح من خلال دمج التقدم التكنولوجي في رياضة الجمناستك مع مدى الاستفادة من الأسس التشريحية والفسولوجية للجسم البشري، وتطبيق التقدم في المجال الطبي على علم الحركة لاداء المهارات المختلفة، مما يجعل الأداء متقناً.

إن رياضة الجمناستك في حالة تطور دائم ومستمر وتعد الاجمل والابدع في عالم الرياضة، بسبب العروض الرائعة والشيقة التي لا مثيل لها، والجمناستك له أهمية خاصة بوصفه نشاط بدني عالي، لاعتماده على التوافق المهاري.

ان تطوير النواحي مهارية والحركية والفنية للاعب الجمناستك يؤدي الى تنمية وتطوير الاستعدادات والقدرات الخاصة ليتمكنوا من ممارسة رياضة الجمناستك، التي تؤثر إيجاباً في ترقية ورفع مستوى الأداء المهاري والرقمي في تلك اللعبة وصولاً إلى المستويات العليا.

وهذا التطور لم يأتي من الفراغ بل جاء نتيجة التطور في اجهزة القياس الفسيولوجية والطبية، على سبيل المثال جهاز قياس كهربائية العضلة (الالكترومايكرافي Electromyography)، الذي يظهر لنا خريطة (ارتفاع وانخفاض الكهربائية) فعل الجهد في للوحدات الحركية (motor unit action MUAP- potential) داخل العضلة في اثناء فعل العضلة.

وتأتي أهمية هذا البحث في جعل المدرب او اللاعب ينظر ما يحدث داخل العضلة وشكل الكهربائية في العضلة وكهربائية العضلة النسبية التي تتناسب مع طريقة رفع وخفض القوة العضلية التي تترافق مع التغيرات في الحركة التي تعد الاساس لجميع المهارات في متوازي الرجال، ليستطيع المدرب تعديل التدريب على وفق تقلص عضلات الذراعين الذي يتناسب مع ارتفاع الكهربائية فيها وبالتالي يمكن المقارنة بين العضلات المتناظرة لمعرفة مكان الضعف وتعديل التمارين على وفق ذلك.

٢-١ مشكلة البحث

لاحظ الباحث من خلال خبرته في رياضة الجمناستك ان الأداء المهاري والرقمي الأفضل يأتي من التوافق في القوة العضلية بين جانبي الجسم الذي يظهر من خلال تتبع مسار كهربائية العضلة (EMG)، واذا كان هناك خلل في احد جانبي الجسم، بالتحديد في احدى عضلات الذراعين (ذات الرؤوس الثلاث الباسطة للذراع)، ادى ذلك الى ظهور مهارة غير متوازنة في النواحي الفنية، وممارسة رياضة الجمناستك تتطلب قوة عضلية متوازنة ومتشابهة في كلا الذراعين، لتكون المهارة فوق جهاز المتوازي متساوية في الدفع من كلتا الذراعين.

من هذه الملاحظة، اهتدى الباحث إلى أن كهربائية العضلة ذات الرؤوس الثلاث، المسيطر على استقامة الذراع وتوفير قوة الدفع، التي تعد اهم عضلة في اداء حركات المتوازي، وتساوي الكهربائية المتولدة داخل العضلتين اليمين واليسار في هذه الحركات يؤدي الى اداء مهاري جيد، فضلاً عن اهمية المقارنة بين كهربائية العضلتين للعمل على تقوية الضعيفة منها من خلال اعطاء تمارين قوة او عدم التوقيت

مجلة القادسية لعلوم التربية الرياضية - المجلد ١١ العدد ١
عدد خاص ببحوث المؤتمر العلمي الثاني في البيوميكانيك المنعقد في (٢٤٦)
كلية التربية الرياضية جامعة القادسية للفترة ٢٥-٢٦-١٢-٢٠١٠

بينهما اثناء الاداء، من هنا نبعت فكرة اهتمام الباحث بالدراسة قيد البحث ساعياً للتعرف على هذه العلاقة بالأساليب العلمية الحديثة، وبالتحديد جهاز الالكترومايكرفي (EMG) الذي يعمل بإشارة البلوتوث، حتى يتمكن المدرب من ملاحظة مسار كهربائية العضلة، لتوجيه اللاعب نحو القوة لتعزيزها في هاتين العضلتين.

٣-١ اهداف البحث

- ١- التعرف على شكل النشاط الكهربائي (القمة ومتوسط الجذر التربيعي) والكهربائية النسبية للعضلة ذات الرؤوس الثلاث وللذراعين وعلاقتها بوزن الجسم في تمرين الثني والمد على المتوازي.
- ٢- التعرف على شكل النشاط الكهربائي (القمة ومتوسط الجذر التربيعي والمساحة) للعضلة ذات الرؤوس الثلاث وللذراعين وعلاقتها ببعض المتغيرات البيوكينيمايكية للجلوس الطويل والوقوف على اليدين على المتوازي.
- ٣- التعرف على الاختلاف في مسار شكل النشاط الكهربائي (القمة) بين العضلة ذات الرؤوس الثلاث وللذراعين (اليمن واليسار)

٤-١ فروض البحث

- ١- هناك اختلاف في شكل النشاط الكهربائي (القمة ومتوسط الجذر التربيعي) والكهربائية النسبية للعضلة ذات الرؤوس الثلاث وللذراعين في اثناء اداء تمرين الثني والمد على المتوازي.
- ٢- لا يوجد تشابه بين شكل كهربائية (القمة ومتوسط الجذر التربيعي والمساحة) العضلة ذات الرؤوس الثلاث اليمنى واليسرى في اثناء اداء مهارة الجلوس الطويل والوقوف على اليدين في المتوازي والمقارنة بينهما.

٥-١ مجالات البحث

- ١-٥-١ المجال المكاني: قاعة الجمناستك في نادي الاسكان- بغداد
- ٢-٥-١ المجال الزمني: من ٢٠١٠/٦/٦ ولغاية ٢٠١٠/٧/٤
- ٣-٥-١ المجال البشري: لاعب واحد من لاعبي النخبة في رياضة الجمباز في العراق

٦-١ تعريف بعض المصطلحات

٦-١-١ جهاز المتوازي Parallel Bars

يتكون المتوازي من عارضتين متساويتين بالطول ومتوازيتين وبارتفاع واحد، طوله ٣.٥٠م وارتفاعه ١.٩٥م والمسافة بين العارضتين (٤٢- ٥٢ سم)، مرتكزة على جزأين جزء ثابت وجزء متحرك، جميعها تستند على هيكل حديدي ويتم التحكم بالمسافة بين العارضتين، وتشمل تمارين المتوازي من حركات مرجحة، طيران، والقوة التي تظهر من خلال الانتقال المستمر بأوضاع التعلق والارتكاز المختلفة. وهناك ثلاث مستويات من الصعوبة في جهاز المتوازي: A و B و C ، والمهارة الي قيد الدراسة هي من المستوى B.

٦-١-٢ القمة او السعة في اشارة EMG

وهي اعلى قمة تصل لها الاشارة الكهربائية في اثناء اداء العضلة لعملها، وقيمة القمة (وتقاس بالمكروفولت) لها معنى لوصف معدلات منحنيات الكهربائية، بسبب تغيرها مع تغير عمل العضلة^(١).

٦-١-٣ متوسط الجذر التربيعي (Root Mean Square) في اشارة EMG يعتمد حساب متوسط الجذر التربيعي على حساب الجذر التربيعي للاشارة، ويشير RMS الى متوسط القدرة للاشارة، ويفضل ان ينفذ عند

^(١)Peter, Conard; the ABC OF EMG: Application Introduction to Kinesiological Electromyography. (Version 1.0 April, 2005) p29.

اجراء عملية صقل للاشارة (Smoothing)^(١)، وهذا يشبه الانحراف المعياري للاشارة المسجلة، وسبب التغير في RMS ناتج عن سرعة توصيل الليفة العضلية للكهربائية (Conductivity) ومعدل القذح (Firing Rate).

١-٦-٤ المساحة

هي المنطقة المحسوبة الحقيقية التي تقع تحت منحنى القمة (او السعة) عند تحليل مدة زمنية معينة من الاشارة، ولها فائدة بسبب اعتوادها المباشر على المدة الزمنية المختارة للتحليل، وهنا تمثل زمن الحركة قيد الدراسة^(٢).

٢-الدراسات النظرية والمشابهة

٢- الدراسات النظرية

١-٢ الجهاز العصبي: General Nervous System

من وظائف الجهاز العصبي المركزي الاستجابة للمثيرات الداخلية والخارجية بطرائق عدة، منها الاستجابة بحركة لا إرادية أو التغير في معدل إطلاق بعض الهرمونات من جهاز الغدد الصماء، فضلاً عن توحيد أنشطة الجسم والسيطرة على الحركة الإرادية، ومن واجب الجهاز العصبي خزن الخبرات (الذاكرة) وإعادة تكوين أشكال الاستجابات اعتماداً على الخبرات السابقة (التعلم)، وباختصار يقوم الجهاز العصبي المركزي بالوظائف الآتية^(٤):

١. السيطرة على البيئة الداخلية.
٢. السيطرة الإرادية على الحركة.
٣. برمجة الأفعال الانعكاسية للحبل الشوكي.
٤. إدراك الخبرات الضرورية وتخطيطها لذاكرة الحبل الشوكي.

يقسم الجهاز العصبي إلى قسمين: الجهاز العصبي المركزي Central Nervous System ويقع داخل الدماغ وتخرج منه ١٢ زوج من الأعصاب تسمى بالأعصاب الدماغية. والجزء الآخر الجهاز العصبي المحيطي Central Nervous peripheral ويقع داخل الفقرات وتخرج منه ٣١ زوج من الأعصاب تدعى بالأعصاب الشوكية، ويقسم إلى نوعين الخلايا الحسية أو المتلقية (Afferent or Sensory)، والآخر هي الخلايا الحركية أو المصدرة (Efferent or Motor)، فالخلايا الحسية مسؤولة عن نقل السيالات العصبية من المستقبلات الحسية (Receptors) إلى الجهاز العصبي المركزي فضلاً عن التغذية الراجعة، لذا تدعى بالمتلقية، وتبلغ سرعة السيالات العصبية أكثر من ١٠٠ م/ث^(٢)،

^(١)Bsmajian, J.; Muscle Alive: Their Function Revealed by Electromyography, 3th ed. (William and Wilkins, 1967) p 99.

^(٢)Soberberg, G, L, & Knutson, L, M.; A guide for use and Interpretation of Kinesiology Electromyographic Data, (Physical Therapy, 80: 2000) p488.

^(٣)Peter, Conard; **ibid.** p 30.

^(٤) Sage, G.H.; Motor Learning and control: A Neuropsychological Approach. (New York McGraw-Hill Companies, 1984) p.33.

(٢) المعجم العلمي المصور؛ قسم النشر بالجامعة الأمريكية (القاهرة، ١٩٦٨) ص ٣٩١.

٢-١-١ النشاط الكهربائي في الأعصاب: Electrical Activity in Nervous:

والخلية العصبية القابلة على الاستجابة للحوافز وتحويلها إلى سيالات عصبية، كذلك لها القابلية على توصيل (Conductivity) السيالات ونقلها على طول محور الخلية العصبية، والسيالات العصبية عبارة عن إشارة كهربائية تنقل على طول المحور، وتنشأ هذه الإشارات الكهربائية من خلال الحوافز التي تسبب تغيراً في الشحنة الكهربائية الطبيعية للعصب.

٢-١-٢ جهد غشاء العصب خلال الراحة: Resting Membrane Potential

تحمل الخلايا جميعها في حالة الراحة (وتشمل الأعصاب) شحنة سالبة في داخل الخلية مقارنة مع الشحنة خارج الخلية، وهذه الشحنة السالبة هي نتيجة التوزيع غير المتساوي لشحنات الأيونات (الأيونات هي عناصر تحمل شحنات موجبة وسالبة) وخلال غشاء الخلية، في هذه الحالة يصبح العصب في حالة استقطاب (Polarized) ويطلق على هذا الاختلاف في الشحنة الكهربائية للغشاء بحالة الراحة، ويتغير جهد الشحنة الكهربائية للغشاء عند الراحة بين (سالب ٥) إلى (سالب ١٠٠) ملي فولت (mv) على وفق نوع الخلية، ففي العصب بشكل عام يتراوح مدى جهد الغشاء عند الراحة بين (٤٠- إلى ٨٠-) ملي فولت^(١) (الشكل ١).

كما توجد أيونات بأعداد كبيرة داخل الخلية وخارجها من أيونات الصوديوم، والبوتاسيوم والكلور ويتراكز عالية، لذا فهي تلعب الأدوار الأكثر أهمية في تكوين جهد الغشاء عند الراحة، وهذا يعني دخول الصوديوم إلى الخلية وخروج البوتاسيوم منها، وفي حالة الراحة تغلق على الأغلب بوابات الصوديوم جميعها، والإبقاء على عدد قليل من البوابات مفتوحة لعبور أيونات البوتاسيوم، مما يعني ترك عدد كبير من أيونات البوتاسيوم داخل الخلية، مقارنة مع عدد أيونات الصوديوم داخل الخلية، وينتج عن هذا خسارة في الحالة الموجبة في السطح الداخلي للغشاء، وهذا يجعل جهد الغشاء عند الراحة سالب^(٢).

٢-١-٣ عمل العضلة Muscle Actions

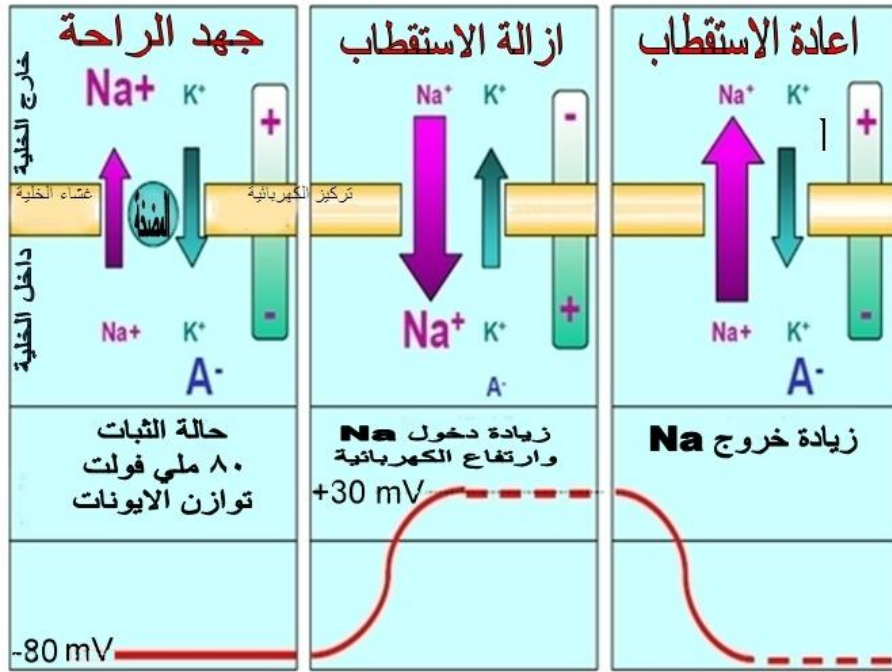
يشار إلى عملية توليد العضلة الهيكلية للقوة بالتقلص العضلي أو الفعل العضلي، وتوصف حركات الاستطالة والتقصير للعضلة بالتقلص، وهناك أنواع عدة من العمل العضلي:

● التقلص الايزومتري (Isometric) ويطلق عليه أيضاً بالثابت، ويظهر هذا التقلص عند دفع أو سحب جسم ثابت أو عند إدامة العضلات لقوام الجسم خلال مدد الوقوف أو الجلوس^(١).

التقلص الديناميكي (Dynamic) الذي يظهر في أنواع التمارين معظمها أو الفعاليات الرياضية التي تحتاج إلى عمل عضلي ينتج عنه حركة أجزاء الجسم (ويدعى أيضاً بالايزوتونك (Isotonic)، ويظهر في هذا العمل الديناميكي نوعان من التقلص: المركزي، واللامركزي. إن العمل المركزي يظهر في أثناء تنشيط العضلة لإنتاج القوة مع تغير طولها، إما العمل اللامركزي فيظهر عندما تنشيط القوة وتنتج مع إطالة العضلة.

تتصل كل خلية عضلة هيكلية بفرع ليف عصبي صادر من خلية عصبية، تدعى هذه الخلايا العصبية بالأعصاب الحركية (Motor Neurons) المتفرعة للخارج من الحبل الشوكي، وتدعى ألياف العضلة جميعها التي ترتبط بالعصب الحركي "بالوحدة الحركية" (Motor Unit)، ويثير الحافز القادم من الأعصاب الحركية عملية التقلص العضلي، وتسمى المنطقة التي يتصل بها العصب الحركي بالعضلة بالاتصال العصب

(1)Vander, A. J. Sherman, and D. Luciano ; Human Physiology: The Mechanics of Body Function. (Hill Companies, 1997) p.20.



الشكل ١

جهد الفعل الناتج من الاستقطاب داخل العصب^(١)

عضلي، ويشكل هذا الاتصال مع الساركوليميا فجوه تدعى بالصفحة النهائية الحركية (Motor End Plate)^(٢).

وعملياً لا يحدث أي اتصال بين العصب الحركي وليفة العضلة، بل توجد بينها فجوة صغيرة تدعى بالشق العصب عضلي، وعندما يصل الحافز العصبي إلى نهاية العصب الحركي، يطلق الناقل العصبي مادة الاستيل كولين وتنتشر خلال شق المشبك ليرتبط مع مواقع المستقبل في الصفحة النهائية الحركية، وهذا يسبب زيادة في نفاذية الساركوليميا للصدويوم، مما ينتج منه استقطاب يدعى بجهد نهاية الصفحة (End Plate Potential)، وهذا الجهد دائماً بدرجة كافية لتجاوز العتبة والوصول إلى الإثارة لبدء عملية النقل^(٣) (الشكل ٢).

٢-٢ التخطيط الكهربائي (EMG)

أجهزة EMG التقليدية هي تلك المستخدمة في المستشفيات ذات الحجم الكبير، وتعمل بوساطة إيصال أسلاك مبروطة بين الجهاز واللاقطات التي تلصق على العضلة المراد قياسها وهذه الأسلاك تحدد حركة اللاعب أو الشخص المراد قياس نشاط عضلاته، فضلاً عن إنَّ الحركة تنفذ داخل المختبر، وهذه الحركات جميعها عبارة عن حركات تقلص ثابت وتقلص مركزي ولا مركزي من وضع الثبات، ولا يمثل المهارة الطبيعية.

أمَّا جهاز EMG الحديث، فهو عبارة عن جهاز لا يزيد وزنه عن ٣٩٠ غراماً يربط حول خصر اللاعب بواسطة حزام، ويقوم هذا الجهاز بإرسال إشارات بلوتوث (Bluetooth) عن نشاط العضلات ليتم استقبالها من قبل جهاز آخر يعرف بالمستقبل لإشارة بلوتوث مربوط بحاسوب شخصي (Lap top)، ويسمح جهاز EMG للاعب بأداء أنواع الحركات جميعها من وثب ودوران وركض

^(١)Konrad, Peter: The ABC of EMG A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography, (Version 1.0 April 2005) p 6

^(٢)Power, S. and Howley ,T.; Exercise Physiology, 4th ed. (McGraw Hill, 2001) p.115.

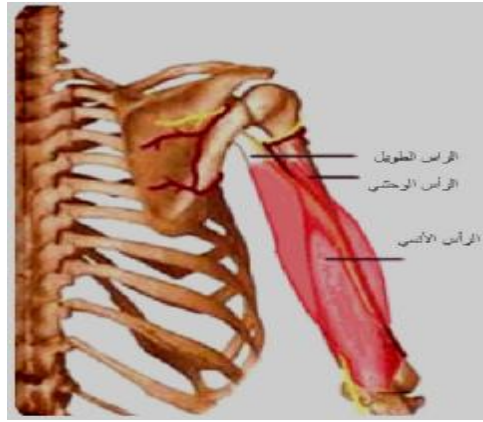
^(٣)Basmajian, J & De Luca, G.; Muscles Alive. (Biltmore, Williams and Wilkins1985).p 77

المغرز (المدغم): تتجمع الرؤوس الثلاث بصفاق اسفل السطحالخلفي لجسم عظم العضد، اذ ينغرز في القسم الخلفي للسطح العلوي للنتوء المرفقي لعظم الزند وقسم منه ينغرز في اللقافة العميقة للساعد ليساعد في بسط الساعد.

٢-٣-٢ وظيفة العضلة ذات الرؤوس الثلاث

هي عضلة رئيسة قوية ولها اربعة وظائف^(١):

- ١- بسط الساعد عند مفصل المرفق.
- ٢- يساعد الرأس الطويل في بسط الطرف العلوي عند مفصل المنكب (السحب للخلف).
- ٣- يساعد الراس الطويل في تقريب العضد للذراع.
- ٤- يساعد الراس الطويل في تثبيت رأس العضد بالفقرة الحقبانية.



الشكل ٣

شكل وموقع العضلة ذات الرؤوس الثلاث

٧-٢ مهارة الوقوف على اليدين بالضغط^(٢)

هذه المهارة من المهارات التي تؤدي بالحركات الأرضية وجهاز المتوازي وجهاز الحلق وتعتبر من

مجموع حركات القوة المطلوبة من اللاعب على الأقل لأنها من صعوبة (B)

أ-النواحي الفنية للأداء :

- ١- يجب عدم ميل حزام الكتف للأمام كثيرا.
- ٢- يثنى مفصل الفخذين حتى يلامس الفخذين الصدر مع تحذب المنطقة القطنية من الظهر لنقل ثقل الجسم فوق قاعدة الارتكاز .
- ٣- عندما تصل المقعدة فوق قاعدة الارتكاز تماما تمتد زاويتا مفصل الفخذين على أن يكون الذراعان والكتفان والمقعدة والرجلان على استقامة واحدة .
- ٤- يرعى استقامة الذراعان طول فترة أداء الحركة ببطء .
- ٥- ب-الأداء المهاري :
- ٦- يمكن تحديد جوانب الأداء المهاري بالمراحل التالية :-
- ٧- ١-المرحلة التحضيرية :
- ٨- من وضع الارتكاز الزاوي على جهاز المتوازي ، حيث يكون ثقل الجسم موزع على الذراعين بالتساوي والرجلان تصنع مع الجذع زاوية ٩٠°^(١).

١- قيس ابراهيم الدوري؛ المصدر السابق، ص ٢١٥

٢-حامد نوري علي وعلي بديوي طابور: بعض المتغيرات لمهارة الوقوف على اليدين ضغطا على جهاز المتوازي لدى لاعبي المنتخب العراقي ومقارنتها بالنموذج العالمي،(بحث منشور على موقع د حسين مردان--www.hassen.com، ٢٠٠٦)

٢- المرحلة الرئيسية :-

- تبدأ برفع الجذع لحين وصوله فوق قاعدة الارتكاز واقتراب القدمين من الكتفين بقدر الأمكان وبقدر ما تسمح به مرونة مفاصل الكتف والعمود الفقري والفخذين وعضلات الظهر وكذلك مطاطية عضلات خلف الفخذين .
 - تقصير نصف قطر دوران الرجلين حول مفصل الكتفين بقدر المستطاع وذلك لتقريب مركز ثقل الجسم العام من محور الارتكاز خلال مراحل الأداء حتى يمكن نقل مركز ثقل الجسم فوق محور الارتكاز بسهولة .
 - تحميل وزن الجسم على الذراعين وحزام الكتفين ويشترك في هذا الجهد عضلات البطن والظهر .
 - يتحرك مركز ثقل الجسم باتجاه مفصلي الكتفين حتى يكون فوق الكتفين ثم يبدأ اللاعب بعد ذلك بسط مفصلي الفخذين بشرط أن لا يبسط مفصلي الفخذين إلا عندما يستقيم الجذع مع الذراعين تماما .
 - يبسط الفخذين قليلا ببطء شديد حتى يصل اللاعب لوضع الوقوف على اليدين تماما .
- ٣- المرحلة النهائية :
- تمتد جميع أجزاء الجسم ويثبت بوضع الوقوف على اليدين لمدة ٢ ثا .

٢-٢ الدراسات المشابهة

لم يجد الباحث دراسة تخص النشاط الكهربائي في مهارات الجمناستك، بل توجد عدة بحوث تتناول التقلص الثابت والمتحرك داخل المختبرات الطبية، التي لا تمثل الحركات الطبيعية او المهارات التي تنفذ في الملعب او على الاجهزة.

اجريت اول دراسة على النشاط الكهربائي من قبل وهبي علوان (٢٠٠٩) وفي الملعب وبجهاز EMG حديث يعمل بوساطة البلوتوث، والذي يجعل اللاعب حر في الحركة والاداء المهاري، وهناك في الوقت الحالي عدة دراسات واطاريح في طريقها للنضوج في كليات التربية الرياضية في جامعة بغداد والقادسية وبابل

دراسة وهبي علوان (١) ٢٠٠٩ بعنوان

دراسة النشاط الكهربائي (EMG) لعضلات الرجلين لمرحلتي الحجلة والخطوة وعلاقتها ببعض المتغيرات البيوكيميائية والانجاز في الوثبة الثلاثية

✓ هدفت الدراسة إلى:

١. معرفة العلاقة بين مؤشرات النشاط الكهربائي لعضلات الرجلين مع المسافة المقطوعة لكل من مرحلتي الحجلة والخطوة ومع الانجاز في الوثبة الثلاثية.
 ٢. معرفة العلاقة الارتباطية المتعددة ونسبة أسهامها بين متغيرات النشاط العضلي لبعض عضلات الرجلين مع مسافة الحجلة والخطوة في الوثبة الثلاثية.
 ٣. معرفة العلاقة بين بعض المتغيرات البيوكيميائية لمرحل الوثبة الثلاثية الثلاث مع مسافة الانجاز الكلية.
 ٤. معرفة العلاقة الارتباطية المتعددة ونسبة أسهامها بين بعض المتغيرات البيوميكانيكية لمرحل الوثبة الثلاثية ومسافة الانجاز الكلية.
- وشارك في الدراسة ثلاثة من واثبي الوثبة الثلاثية الشباب وطلب منهما أداء الوثب الثلاثية لأربع محاولات من ركضه تقريبيه من (٢٠) متر، اختيار هذه المسافة لقابلية جهاز (EMG) على التقاط إشارة العضلات، وتسجيل النشاط الكهربائي والمتغيرات البيوكيميائية خلال مراحل الوثبة الثلاثية، وصوّرَ الواثبون بأربع كاميرات ذات سرعة (٢٥ صورة/ثانية) ، وبارتفاع (١.١٠) متر، وسُجّل نشاط (EMG) من العضلات: ذات الرأسين الفخذية، والمستقيمة الفخذية، والتوأمية الساقية، والظنوبية الأمامية، من خلال وضع لاقطات سطحية على قمة العضلة المراد دراستها، وثبت جهاز إرسال إشارة (EMG) حول خصر القافز بوساطة الحزام.

مجلة القادسية لعلوم التربية الرياضية - المجلد ١١ العدد ١
عدد خاص ببحوث المؤتمر العلمي الثاني في البايوميكانيك المنعقد في (٢٥٣)
كلية التربية الرياضية جامعة القادسية للفترة ٢٥-٢٦-١٢-٢٠١٠

- ٧ وكان من نتائج الدراسة من استنتاجات النشاط الكهربائي للعضلات الآتي:
- أعلى ارتباط حققته العضلة المستقيمة الفخذية بين الانجاز في الوثبة الثلاثية والقمة في التماس الثاني.
 - حققت مسافة الخطوة علاقة ارتباط أعلى من مسافة الحجلة بينها بين متغيرات النشاط العضلي للعضلة ذات الرأسين الفخذية.
- ٧ من استنتاجات المتغيرات البيوكيميائية
- أعلى ارتباط تحقق بين الانجاز في الوثبة الثلاثية وبعض المتغيرات الكينيماتية في مرحلة الخطوة هو ارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة الاستناد الأول.
 - أعلى ارتباط تحقق بين الانجاز في الوثبة الثلاثية وبعض المتغيرات الكينيماتية في مرحلة الوثبة هو ارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة النهوض.

٢-٢-٢ مناقشة الدراسة

١- تناولت دراست وهبي علوان (٢٠٠٩) السابقة (التي تعد اول دراسة استخدم فيها جهاز EMG (بلوتوث) علاقة القمة ومتوسط الجذر التربيعي (RMS) والمساحة، ولم تتناول الكهربائية النسبية للعضلة، التي تعد قيمة مهمة في الوقت الحالي.

استخدم في الدراسة السابقة اربع كاميرات، استخدم في الدراسة الحالية كاميرا واحدة، وايضا دراسة العلاقة بين النشاط الكهربائي والمتغيرات البيوكيميائية.

العينة في الدراس السابقة من الوثائين الناشئين، اما الدراسة الحالية فقد اجريت على لاعب واحد من المتقدمين في لعبة الجمباز في العراق.

الدراسة الحالية تتعامل مع عضلة واحدة مما يعني ان الدراسة تركز اكثر على النشاط الكهربائي للعضلة واحدة ومعرفة بدق عملها، ومقارنة عمل العضلة في الجانب الايمن والايسر للجسم، مع اظهار شكل مسار العضلتين وهو شيء جديد في دراسات التخطيط الكهربائي EMG.

٣- منهج البحث وإجراءاته الميدانية

١-٣ منهج البحث

استعمل الباحث المنهج الوصفي كونه أكثر المناهج ملائمة لطبيعة مشكلة البحث الحالي.

٢-٣ عينة البحث

تكونت عينة البحث من رياضي واحد ومن المتقدمين في رياضة الجمباز وتم اختياره بالطريقة العمدية ومن الذين لديهم إنجاز جيد (مداية برونزية في بطولة الكويت الماضية)، وله خبرة ١٠ سنوات في رياضة الجمباز، والذراع السائدة هي اليمنى، والجدول ١ يمثل خصائص هذا اللاعب.

الجدول ١

يمثل سن وطول ووزن والعمر التدريبي للاعب

السن \ سنة	الطول \ سم	الوزن \ كغم	العمر التدريبي \ سنة
١٩	١٦٨	٥٦	١٠

١- وهبي علوان حسون؛ دراسة النشاط الكهربائي (EMG) لعضلات الرجلين لمرحلتي الحجلة والخطوة وعلاقتها ببعض المتغيرات البيوكيميائية والانجاز في الوثبة الثلاثية. (أطروحة دكتوراه غير منشورة كلية التربية الرياضية، جامعة بغداد، ٢٠٠٩).

٣-٣ التجربة الاستطلاعية والرئيسية

التجربة الاستطلاعية: أجريت يوم الاحد (٢٠١٠/٦/٦) في القاعة الداخلية لنادي الاسكان، على لاعب واحد للوقوف على مكان وضع الكاميرة وعمل جهاز (EMG) واللاقطات وموقع جهاز الاستقبال الخاص الذي يربط بالحاسوب الشخصي والذي يستقبل إشارة البلوتوث عن بعد (٢٠) متر والصادرة من جهاز (EMG) المثبت حول خصر اللاعب بوساطة الحزام، ومن جهة الظهر لجنب ارتطام الجهاز بعارضتي المتوازي، وان لايؤثر على حركة اللاعب في اثناء اداء الحركة.

التجربة الرئيسية: أجريت يوم الأحد (٢٠١٠/٧/٤) في القاعة الداخلية للجمناستك في نادي الاسكان، على لاعب واحد وبأداء محاولتين سجلت المحاولة الأفضل في الاداء وفي إشارة (EMG)، واستخدم في التجربة كاميرا واحدة نوع سوني (SONY) بسرعة (٢٥) صورة في الثانية، على بعد ٥ م عمودي على مجال المتوازي وبارتفاع (١.٧٥) م. وتم ربط الكاميرا على الحاسوب الشخصي وبالتزامن مع التغير في النشاط الكبرائي للعضلة.

٤-٣ الأجهزة والأدوات المستخدمة

• شريط قياس.

• جهاز (EMG) نوع (Myo Trace 400) يعمل بقناتين (يسجل كهربائية عضلتين في وقت واحد- العضلة ذات الرأسين للذراع اليمين واليسار) ويعمل بإشارة البلوتوث ولمسافة (٢٠) م.

• حاسوب شخصي (Laptop) نوع (COMPAC HP) (PRESARIO 700).

• حافظه جلدية مع حزام لتثبيت الجهاز على خصر اللاعب.

• كحول معدوم، شفرات حلقة، أشرطة مطاطية لتثبيت أسلاك الجهاز على الرجلين لمنع حركتهما.

• كاميرا بسرعة (٢٥) صورة في الثانية نوع (SONY)

٥-٣ مصادر البيانات

١- متوسط الكهربائية للعضلة ذات الرأسين العضدية للذراع اليمين واليسار

٢- قمة الكهربائية للعضلة ذات الرأسين العضدية للذراع اليمين واليسار.

٣- متوسط الجذر التربيعي (RMS) للعضلة ذات الرأسين العضدية للذراع اليمين واليسار.

٤- المتغيرات البيوميكانيكية التي اسخلصت من الفلم وبوساطة برنامج دارت قش:

• زوايا الكاحل، الركبة، الورك، المرفق، والكتف.

٦-٣ استخراج العلاقة بين الكهربائية ووزن الجسم

قام الباحث باستخراج العلاقة بين الكهربائية للعضلة ذات الرؤوس الثلاث اليمين واليسار مع وزن الجسم

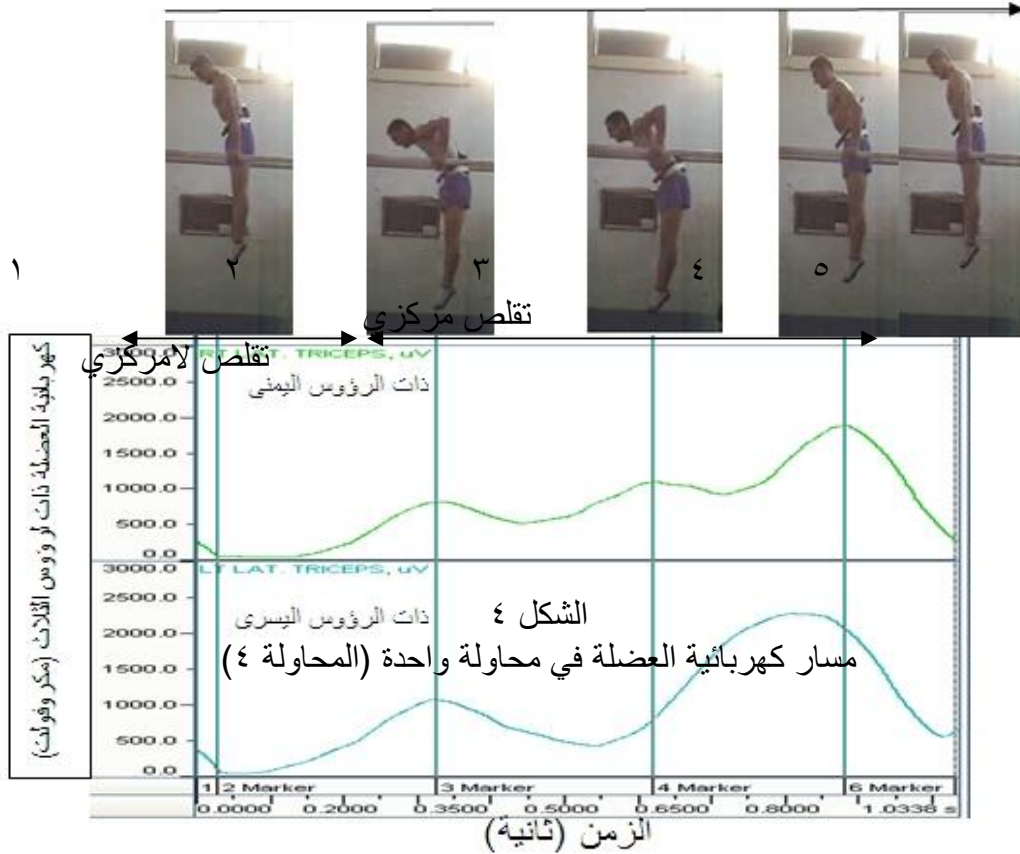
من تمرين الثني والمد على المتوازي (الشكل ٤)، نفذ التمرين ٤ مرات واستخرج الوسط الحسابي

لكهربائية العضلة ذات الرؤوس الثلاث في الذراع اليمنى واليسرى في متغيرين هما القمة (peak)

ومتوسط الجذر التربيعي (RMS) (الجدول ٢).

الجدول ٢ : متغيرا كهربائية العضلة في تمرين الثني والمد على المتوازي في اربع محاولات

المتغير	العضلة ذات الرؤوس الثلاث	وحدة القياس	المحاولة ١	المحاولة ٢	المحاولة ٣	المحاولة ٤	المعدل
القمة Peak	اليمنى	μV	١٤٣٦,٨	١٣٣١,٦	١٣٦٨,٢	١٨٨٢,١	١٥٠٥,٤
	اليسرى	μV	١٣٢٢,١	١٤٢٤,٣	١٥٤٢,٤	٢٢٧٩,٠	١٦٤١,٩
متوسط الجذر التربيعي RMS	اليمنى	μV	٧٩١,٠	٧٥٥,٥	٧٥٦,٠	٩٧٤,٤	٨١٩,٢
	اليسرى	μV	٨٩٢,٤	٩٠٥,٤	١١١٥,٩	١٣٨٧,٩	١٠٧٥,٥



٤- عرض وتحليل النتائج ومناقشتها

٤-١ عرض وتحليل النشاط الكهربائي (EMG) للعضلة ذات الرؤوس الثلاثة للذراعين ومناقشته.
 ٤-١-١ عرض وتحليل النشاط الكهربائي (EMG) للعضلة ذات الرؤوس الثلاثة للذراعين في حركة
 الثني والمد ومناقشته.

يعتقد الباحث انه من خلال القيم في الجدولين (١ و٢) والشكل ١ نستطيع ان نستخرج الكهربائية النسبية
 من خلال جمع اعلى كهربائية وصلت لهما العضلتين للتغلب على المقاومة وهي وزن الجسم وتقسيم
 الناتج على وزن الجسم:

والقوة النسبية = القوة المطلقة لجزء من الجسم/ وزن الجسم (١)
 لذا نستطيع ان نعوض عن القوة المطلقة لجزء من الجسم بالكهربائية التي تصل لها العضلة ذات الرؤوس
 الثلاثة اليمنى واليسرى.

وستناول المحاولة الرابعة كمثال على حساب الكهربائية النسبية لكل ذراع:

$$\frac{\text{قمة كهربائية العضلة اليمنى} + \text{قمة كهربائية العضلة اليسرى (مكروفولت)}}{\text{الوزن النسبية}} = \text{الوزن النسبية (كغم)}$$

الكهربائية النسبية للقمة = ١٨٨٥,١ + ٢٢٧٩,٠ (مكروفولت) // ٥٦ (كغم) = ٧٤,٤ مكروفولت/ كغم.
 الكهربائية النسبية RMS = ٩٧٤,٤ + ١٣٨٧,١ (مكروفولت) // ٥٦ (كغم) = ٤٢,٢ مكروفولت/ كغم.

من هذه النتيجة نستطيع ان نستخرج القوة التي تعمل بها كل عضلة في متغير القمة:
 القوة التي تبذلها العضلة ذات الرؤوس اليمنى = $1885,1 / 74,4 = 25,34$ كغم
 القوة التي تبذلها العضلة ذات الرؤوس اليسرى = $2279,0 / 74,4 = 30,66$ كغم
 من هنا يتضح ان العضلة اليسرى تبذل جهد اكبر من العضلة اليمنى، وبما انهما يؤديان نفس الواجب، ما يعني ان العضلة اليمنى اقصادياً افضل من العضلة اليسرى.
 ونستطيع ان نستخرج القوة التي تعمل بها كل عضلة في متغير RMS:
 القوة التي تبذلها العضلة ذات الرؤوس اليمنى = $974,4 / 42,2 = 23,13$ كغم
 القوة التي تبذلها العضلة ذات الرؤوس اليسرى = $1387,1 / 42,2 = 32,87$ كغم
 كذلك يظهر الفرق بين العضلة ذات الرؤوس اليمنى واليسرى في بذل الجهد أي ان كلا متغيري الكهربائية اظهر ان العضلة للذراع السائدة تبذل جهد اقل لتحقيق نفس الواجب.
 وهذه النتيجة تساوي حساب القوة النسبية للذراعين بدون معرفة مقدار مساهمة كل منهما في القوة المبذولة، ونظراً سيكون بدقة اكثر لانه يحسب العضلة اليمنى واليسرى كل على حد من خلال ما انتجته من كهربائية في اثناء اداء تمرين معين، ولقد ذكر (Basmajian & De Luca ، 1985) ان معظم الحركات الرياضية بدون استثناء تظهر علاقة اكثر من خطية بين زيادة اشارة EMG وزيادة القوة العضلية^(١).



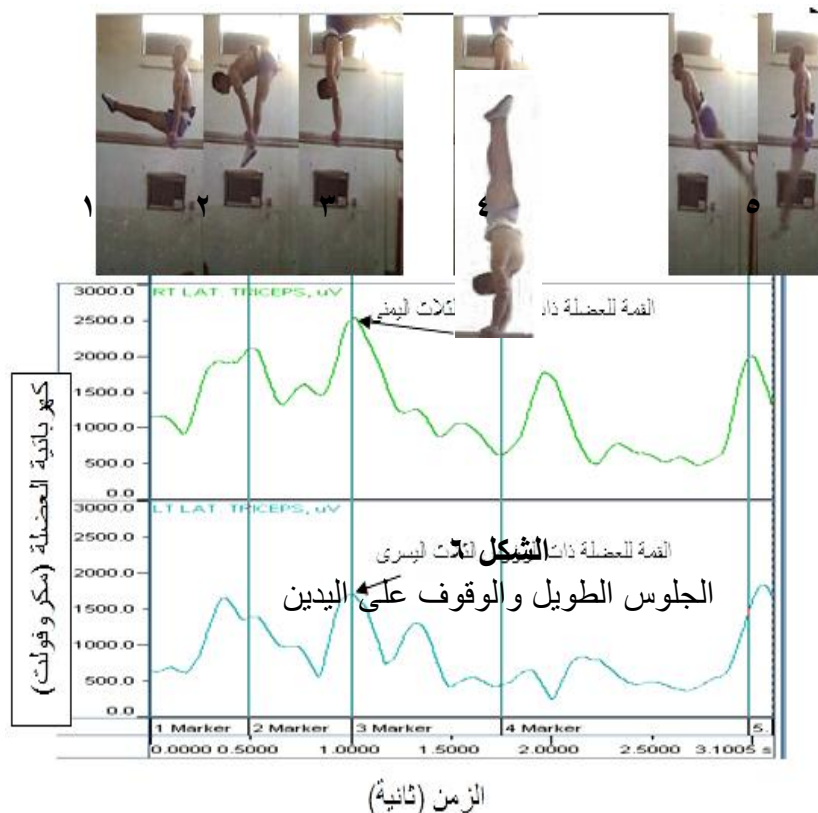
الشكل ٥

زاوية المرفق ١٣٧.٣ درجة باتجاه المد للمرفق
 وظهر ايضا ان أعلى نشاط كهربائي في مد المرفق عند زاوية ١٣٧.٣° وهي زاوية قريبة من المد الكامل للذراع، مما يعني ان القوة القصوى للعضلة تكون قريبة من مد المفصل كما هو موضح في (الشكل ٤ الصورة ٤) و (الشكل ٥).

٤-١-٢ عرض وتحليل النشاط الكهربائي (EMG) للعضلة ذات الرؤوس الثلاث للذراعين في حركة الوقوف على اليدين من الاستناد (الجلوس الطويل) ومناقشته.
 يلحظ من الشكل ٦ والجدول ٣ ان قمة الكهربائية في الجلوس الطويل وصلت للعضلة ذات الرؤوس الثلاث اليمنى ١١٥٩.٥ ولليسرى ٦٨٩.٠ مكروفولت، ومتوسط الجذر التربيعي الى ٨٢٠ و ٥٦٦ مكروفولت، ومتوسط الكهربائية الى ١٤٩١، و ١٠٣٠ مكروفولت، والمساحة الى ٧٢٠، و ٤٩٨ مكروفولت*ثانية.

١-صريح عبد الكريم؛ تطبيقات البيوميكانيك في التدريب الرياضي والأداء الحركي. (مطبعة عدي العكيلي ٢٠٠٧) ص ١٧٤.
 ٢- Basmajian, j. v., & De Luca C. J.: Muscles Alive: Their Function Revealed by Electromyography,ed,5,(Williams & Wilkins, Baltimore, 178: 1985) p55.

مجلة القادسية لعلوم التربية الرياضية - المجلد ١١ العدد ١
 عدد خاص ببحوث المؤتمر العلمي الثاني في البيوميكانيك المنعقد في (٢٥٧)
 كلية التربية الرياضية جامعة القادسية للفترة ٢٥-٢٦-١٢-٢٠١٠



الجدول ٣

قيم النشاط الكهربائي للعضلة ذات الرؤوس الثلاث للذراع اليمنى واليسرى في الوقوف على اليدين

المساحة (مكروفولت*ثا)	متوسط الكهربائية (مكروفولت)		متوسط الجذر التربيعي (RMS) (مكروفولت)		القمة (مكروفولت)		مراحل المهارة	
	اليسار	اليمن	اليسار	اليمن	اليسار	اليمن		
٤٩٨	٧٢٠	١٠٣٠	١٤٩١	٥٦٦.٧	٨٢١.٠	٦٨٩	١١٥٩.٥	الارتكاز الزاوي
٦٥٩	٩٧١	٨٨٣	١٠٣٠	١٢٦٦	١٧٦٧.٨	١٣٦٥.٦	٢٠٨٧	السحب الاول
٢٠٣	٢٠٧	١٧٢٨	١٧٥٧	٥١٦.٩	٦٥١.٣	١٠٨٤.٧	١٧٧٠.٢	الوقوف

يمكن ملحظت ان كهربائية العضلتين ارتفعت بزيادة صعوبة الحركة من بدء الانتقال من الجلوس الطويل الى السحب الاول، الذي يعد الاصعب، لارتفاع قمة ومساحة كهربائية العضلة ذات الرؤوس اليمنى اعلى من اليسرى، من مرور القدمين بين الذراعين الى حين استقامة الجذع فوق الذراعين الممدودتين، اذ تقوم العضلة ذات الرؤوس الثلاث بسحب الاكتاف للخلف والمحافظة على استقامة مفصل المرفق، بما ان العضل ذات الرؤوس الثلاث تمتد على مفصلين (المرفق والكتف) فهي تعمل بشكل اساسي في مد هاذين المفصلين، وفي حالة عمل الراس الوحشي والانسي في مد مفصل المرفق، يعمل الراس الطويل على زيادة الكفاية الميكانيكية^(١) وتثبيت الكتف في حالة كون مفصل المرفق في حالة مد^(٢)، لذا تنشط العضلة ذات الرؤوس الثلاث في حركات الذراع والكتف.

٣-٤ عرض وتحليل المتغيرات البيوكينماتيكية للعضلة ذات الرؤوس الثلاث للذراعين ومناقشته.

الجدول ٤

المتغيرات البيوكينماتيكية للوقوف على اليدين

مراحل المهارة	زاوية الكاحل	زاوية الركبة	زاوية الورك	زاوية المرفق	زاوية الكتف
الجلوس الطويل	°١٥٦.٣	°١٧٨.٥	°٨١.٤	°١٧٧.٦	°١٣.٦
السحب الاول	°١٥٠	°١٧٢.٩	°٦٠.٣	°١٧٨.٥	°٩٢.٢
الوقوف على اليدين	°١٥٧.٦	°١٧٨.١	°١٨٨.٤	°١٧٩	°١٥٦.٤

يظهر من الجدول ٦، زوايا مفاصل الجسم في ثلاث اوضاع رئيسة لجسم لاعب الجمباز من الجلوس الطويل مروراً بالسحب الاول ثم الوقوف على اليدين، هنا تحمل عضلات الكتف والذراعين مبالغة ذات الرؤوس الثلاث العبء الأكبر في ثبات الجسم، ويعتقد الباحث ان الصعوبة تكمن في ابتعاد اجزاء الجسم عن الخط العمودي لمركز ثقل الجسم، أي بزيادة زاوية المفصل، وهذا صحيح لحد معين حتي يصبح الجزء داخل استقامة المحور الطولي للجسم. اذ نلاحظ ارتفاع الكهربية للعضلتين في حالة رفع الرجلين للاعلى في السحب للجلوس الطويل أي ابتعاد القدمين وفي رفع الرجلين للاعلى (الشكل ٦ الصورة ٤)، وصولاً بها الى المحور الطولي فوق قاعدة الاستناد (الذراعين)، وتظهر العضلتين ارتفاع ثالث للكهربائية في اثناء هبوط الرجلين للاسفل، اذ تعمل العضلة ذات الرؤوس الثلاث بالتحديد الراس الطويل تقلص لامركزي للسيطرة على سحب الجاذبية للرجلين وايقافهما بين الذراعين، مع عمل تقلص ثابت للراس الانسي والوحشي للعضلة في المحافظة على مد مفصل المرفق وعدم انثنائه. عند بدء سحب الرجلين من بين الذراعين (قاعدة الاستناد)، تعمل العضلة ذات الرؤوس الثلاث بما يشبه الشريط، الذي يسحب الجذع من الخلف (الراس الطويل) فوق العضلة الدالية الكتفية باتجاه المدغم (المرفق)، وتثبيت الكتف بوضع افقي (مد الكتف)، وهذا النشاط يبدأ من بداية فتح زاوية الورك من جراء حركة الرجلين للخارج وللأعلى باتجاه الوضع العمودي المقلوب للجسم، وأعلى كهربائية ظهرت عند الزاوية بين ٨٠° و ١٤٠,٣° للورك، وهذا يظن مرة ثانية ان الكهربائية العالية تتزامن مع قرب مد المفصل، " وتظهر القوة القصوى في لحظة قبل نهاية التمرين: مثلاً في تمرين البنج بريس اللحظة هي قبل مد مفصل المرفق ليصبح مستقيم، اذ يتحمل الجسم في هذه اللحظة قوة قصوى تساوي ٢-٣ مرة من الوزن الذي يتحمله الجسم في الحالة الاعتيادية^(٣).

٣-٤ المقارنة بين شكل كهربائية العضلة ذات الرؤوس الثلاث اليمنى واليسرى ومناقشته.

١-٣-٤ مقارنة بين شكل كهربائية العضلة ذات الرؤوس الثلاث اليمنى واليسرى في تمرين الضغط ومناقشته.

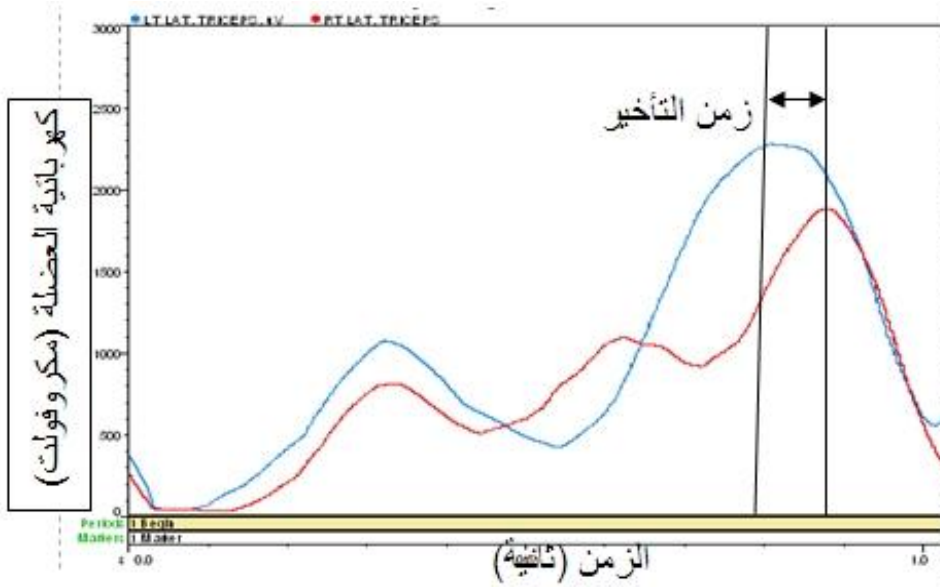
يظهر من الشكل ٧ مسار كهربائية العضلتين اليمنى واليسرى، اذ نلاحظ ان العضلة اليمنى (الاحمر) لها ثلاث قمم تصاعدية، بينما تملك العضلة اليسرى قمتين، مما يعني ان العضلة ذات الرؤوس الثلاث تتبع

1-2ed, of Human Movement Biomechanics and motor: Winter, D .N.
New York Willy, 1990) p76. (

2-Mello, R.G, & at el: Time Frequency EMG analysis during Elbow Extension: The Role of Lateral and long head of Triceps (Congresso Brasileiro Engenharia Biomedica, 2008) p2587.

3-http://basketball-drills-and-play.com//elite-players-system.html

بما التدرج في تحفيز الوحدات الحركية بدأً من الوحدات البطيئة الى الوحدات السريعة على وفق ارتفاع المقاومة، وصولاً الى رفع الجسم (استقامة مفصل المرفق)، بينما لا يوجد مثل هذا التدرج على وفق مبدأ الحجم في العضلة ذات الرؤوس الثلاث اليسرى، وهذا يدل على ان العضلة اليمنى اكثر اقتصادية وكفاية، بسبب لانها الذراع السائدة، وظهور قمة كهربائية العضلة اليسرى قبل اليمنى (بزمن ٠,٧٩٧ ثانية) وهذا يدل على ان دفع الذراع اليسرى بدأ قبل الذراع اليمنى، ومن المحتمل ان هذا احد اسباب عدم التوازن في مهارات



الشكل ٧

مقارنة بين شكل مسار كهربائية العضلة ذات الرؤوس الثلاث اليمنى (الخط الاحمر) واليسرى (الخط الازرق) في تمرين الضغط المتوازي.

٥- الاستنتاجات والتوصيات

٥-١ الاستنتاجات

- ١- ظهور أعلى كهربائية للعضلة (القوة العضلية القصوى) في لحظة قبل المد الكامل للمفصل.
- ٢- يوجد تأخير في الوصول الى أعلى كهربائية بين العضلة العاملة للذراع السائدة وغير السائدة في اثناء عملها سوية.
- ٣- تبذل العضلة العاملة على الذراع غير السائدة كهربائية أعلى لتحقيق واجب معين مقارنة مع العضلة العاملة على الذراع السائدة.
- ٤- تظهر العضلة العاملة على الذراع السائدة كهربائية نسبية اقل من العضلة العاملة على الذراع السائدة.
- ٥- اظهرت العضلة ذات الرؤوس الثلاث ارتفاع في قيم النشاط الكهربائي (القمة، متوسط الجذر التربيعي، متوسط الكهربائية، والمساحة) في المراحل الثلاث للوقوف على اليدين، والتحديد عند بداية ابتعاد كتلة الرجلين عن المحور الطولي.
- ٦- السحبة الاولى هي الحركة الاصعب لارتفاع جميع قيم النشاط الكهربائي.
- ٧- يمكن خلال مراقبة كهربائية القمة لعضلتين متشابهتين معرفة التوازن بين جانبي الجسم.

٢-٥ التوصيات

- في ضوء الاستنتاجات التي توصل اليها الدراسة خرج الباحث بعدد من بالتوصيات:
- ١- اجراء تدريب قوة للذراع غير السائدة لجعلها اقرب الى قوة الذراع السائدة بقدر المستطاع.
 - ٢- أداء تمارين الضغط على المتوازي مع وضع ثقل حول مفصل الكاحل، لتقوية العضلة ذات الرؤوس الثلاث للذراعين فضلا عن تقوية عضلات الكتف، بدلا من تمرين البنج بريس.
 - ٣- أجراء اختبار لكهربائية لعضلات الجسم كافة ومقارنة عضلات جانبي الجسم، لتقوية الضعيفة منها.
 - ٤- عمل مقارنة بين الكهربائية النسبية للعضلات المتناضرة لشخص مهاري وغير مهاري.

المصادر

- المعجم العلمي المصور؛ قسم النشر بالجامعة الأمريكية (القاهرة، ١٩٦٨) ص ٣٩١
- قيس ابراهيم الدوري؛ علم التشريح، (دار المعرفة، بغداد، ١٩٨٠) ص ٢١٤
- وهيي علوان حسون؛ دراسة النشاط الكهربائي (EMG) لعضلات الرجلين لمرحلتين الحجلة والخطوة وعلاقتها ببعض المتغيرات البيوكيميائية والانجاز في الوثبة الثلاثية. (أطروحة دكتوراه غير منشورة كلية التربية الرياضية، جامعة بغداد، ٢٠٠٩).
- حامد نوري علي وعلي بدوي طابور: بعض المتغيرات لمهارة الوقوف على اليدين ضغطا على جهاز المتوازي لدى لاعبي المنتخب العراقي ومقارنتها بالنموذج العالمي، (بحث منشور على موقع د حسين مردان-
www.hassen-mardan.com، ٢٠٠٦)
- صريح عبد الكريم؛ تطبيقات البيوميكانيك في التدريب الرياضي والأداء الحركي. (مطبعة عدي العكيلي ٢٠٠٧).
- Basmajian, J & De Luca, G.; Muscles Alive. (Biltmore, Williams and Wilkins 1985).p 77
- Basmajian, j. v., & De Luca C. J.: Muscles Alive: Their Function Revealed by Electromyography, ed,5,(Williams & Wilkins, Baltimore, 178: 1985) p55.
- <http://basketball-drills-and-play.com//elite-players-system.html>
- Konrad, Peter: The ABC of EMG A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography,(Version 1.0 April 2005) p 6
- Mello, R.G, & at el: Time Frequency EMG analysis during Elbow Extension: The Role of Lateral and long head of Triceps (Congresso Brasileiro Engenharia Biomedica, 2008) p2587
- Peter, Conard; the ABC OF EMG: Application Introduction to Kinesiological Electromyography. (Version 1.0 April, 2005) p29.
- Peter, Conrad; the ABC OF EMG: Application Introduction to Kinesiological Electromyography. (Version 1.0 April, 2005) p39
- Power, S. and Howley ,T.; Exercise Physiology, 4th ed. (McGraw Hill, 2001) p.115.
- Sage, G.H.; Motor Learning and control: A Neuropsychological Approach. (New York McGraw-Hill Companies, 1984) p.33.
- Soberberg, G, L, & Knutson, L, M.; A guide for use and Interpretation of Kinesiology Electromyographic Data, (Physical Therapy, 80: 2000) p488. 2ed, of Human Movement Biomechanics and motor: Winter, D .N. -
- Vander, A. J. Sherman, and D. Luciano ; Human Physiology: The Mechanics of Body Function. (Hill Companies, 1997) p.20.