ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/264978508

صياغة حسابية لتعيين الاحداثيات الفراغية لنقاط الجسم " التشريحية في ضوء مواقع مراكز ثقل الأجزاء

Conference Paper · October 2013

DOI: 10.13140/2.1.1078.4647

CITATIONS
0

READS
119

1 author:

Amr Soliman Mohamed
Minia University
15 PUBLICATIONS **0** CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:

mathematical model to crouch start in athletics View project

All content following this page was uploaded by Amr Soliman Mohamed on 24 August 2014.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

"صياغة حسابية لتعيين الاحداثيات الفراغية لنقاط الجسم التشريحية في ضوء مواقع مراكز ثقل الأجزاء"

ملخص البحث

لتقليل الخطأ البشري الذي يمكن حدوثه خلال تسجيل إحداثيات نقاط الجسم التشريحية ومراكز ثقل أجزاؤه للأداءات المختلفة ، وتجنباً لوضع العلامات العاكسة على مفاصل الجسم حرة الحركة خلال الاداء لتفادي تغير موضعها أو فرضها قيداً على حركة اللاعب، والاكتفاء بمراكز ثقل الأجزاء لاستقرارها، مع إمكانية تحديدها بدقه عالية، وعلية فقد **إستهدفت** مجموعة البحث اقتراح صياغة حسابية لتعيين الاحداثيات الفراغية لنقاط الجسم التشريحية في ضوء مواقع مراكز ثقل الأجزاء، وقد إستخدمت مجموعة البحث **المنهج** التجريبي لملائمتة لطبيعة البحث، وتم التطبيق على **عينة** من لاعب واحد خلال وضع الوقوف فتحا الذراعين جانبا بالاضافة إلى أداء المشي ، وقد **إستغرقت** عملية تصميم أداة القياس المساعده وإجراء القياسات وتسجيل الاوضاع والآداءات الحركية المعنية وتحليلها ووضع الصياغة الحسابية المقترحة من بداية يناير إلى آخر مارس 2013م، وتم ذلك بمعمل قسم علوم الحركة الرياضية بكلية التربية الرياضية جامعة المنيا، وقد أشارت أهم **النتائج** إلى دقة وسيلة القياس المساعده المستخدمة في تحديد مواقع مراكز ثقل وصلات الجسم، بالاضافة إلى النجاح في وضع صياغة حسابية تمكن من إستنتاج مواقع نقاط الجسم التشريحية بمعلومية مواقع مراكز ثقل الأجزاء، و**خلصت** مجموعة البحث الى أن إستخدام الصياغة المقترحة أكثر سهولة ودقه من نظيرتها التقليدية.

أ.م.د/ عمرو سليمان محمد – قسم علوم الحركة الرياضية بكلية التربية الرياضية جامعة المنيا – مصر.

أ.م.د/ اسامة محمد عبد العزيز – قسم علوم الحركة الرياضية بكلية التربية الرياضية جامعة المنيا – مصر.

أ.م.د/ محمد سليمان محمود- قسم علوم الحركة الرياضية بكلية التربية الرياضية جامعة المنيا – مصر.

"صياغة حسابية لتعيين الإحداثيات الفراغية لنقاط الجسم التشريحية في ضوء مواقع مراكز ثقل الأجزاء"

أولاً : مشكلة البحث وأهميته

الأداءت الحركية تتنوع من البسيطة للمعقده وخلالها تحكم قوة الجذب حركة الجسم ككتلة تقسم لكتل أصغر تتصل معاً في سلسلة بيوميكانيكية متناسقة لها قصورها الخاص، وتعمل بعزوم معينة حول نقاط الربط بينها، ولنستطيع دراسة الحركة نتتبع مركز الثقل العام كمعبر عن الجسم ككل، والذي من خلاله يمر خط الجذب، وعن طريقه نتعرف على قصور الجسم وعزوم دورانه، كما أنه يرسم مسار الجسم أثناء طيرانه، ولتعيينه بدقة فلا بديل عن تعيين مراكز ثقل وصلات الجسم البيوميكانيكية بدقة.

ولتعيين مواقع مراكز ثقل وصلات الجسم البيوميكانيكية فإما أن نوقعها أولاً مع نقاط الجسم التشريحية وهذا عدد كبير من النقاط، أو نستخرجها بالطرق الحسابية من خلال التحليل في ضوء مواقع النقاط التشريحية بشكل حسابي، وقد يصاحب عملية التسجيل عدم الدقه، ونظراً للعدد الكبير للنقاط وتكرار مرات تسجيلها تتكرر الأخطاء ويستتبع ذلك خطأً في تقدير مواقع مراكز ثقل الوصلات ومن ثم مركز الثقل العام وبالتالي متغيراته الكينماتيكية والكيناتيكية.

وتُرجع مجموعة البحث عدم دقة التسجيل لإمكانية تحرك العلامات العاكسة عن أماكنها، ولما تمثلة تلك العلامات من قيد فعلي أو بالايحاء النفسي على حركة اللاعب خاصة المفاصل حرة الحركة، بالاضافة إلى عدم ثبات طول الوصلات في الصور الخاضعة للتحليل أمام الكاميرات العمودية عليها لإنحراف المؤدي عن المسار الذي تتعامد عليه الكاميرا مما يولد خطأ يتضح في أختلاف أبعاد الرسوم العصويه المستخرجة من التحليل.

وللحاجة للنقاط التشريحية وزواياها ومتغيراتها فقد أقترحت مجموعة البحث صياغةً حسابيةً تشمل نموذجاً قادراً على استنتاج الإحداثيات الفراغية ثلاثية البعد لنقاط الجسم التشريحية بمعلومية مواقع مراكز ثقل الوصلات بعد تعيينها فعلياً بدقه بإستخدام وسيله قياس مقترحة والاكتفاء بها خلال التحليل بدلاً من النقاط التشريحية، لأنها أكثر إستقراراً ولا تقيد حركة المؤدي، مع الابقاء على نقطتي مقدمة القدم ورسغ القدم أو الحوض والكتف على الجانبين للحاجة اليهم في الضبط الحسابي، أي لابد من توفر نقطتين أولاً لتعيين النقطة الثالثة على الوصلة.

ثانياً : هدف البحث

يستهدف البحث الحالي بشكل عام إقتراح صياغة حسابية لتعيين الإحداثيات الفراغية لنقاط الجسم التشريحية في ضوء مواقع مراكز ثقل الاجزاء من خلال التالي:

- تعيين مواقع مراكز ثقل الأجزاء فعلياً بوسيلة قياس دقيقة.
- وضع صياغة حسابية لتعيين الإحداثيات الفراغية لنقاط الجسم التشريحية في ضوء مواقع مراكز ثقل الاجزاء، وتأكيد دقتها.
- تصميم برنامج الكتروني بسيط لفورية إجراء الصياغات الحسابية التي تم التوصل اليها.

ثالثاً : تساؤلات البحث

- هل يمكن التوصل لوسيلة قياس دقيقة لتوقيع مراكز ثقل وصلات الجسم البيوميكانيكية؟
- ما هي الصياغة الحسابية الدقيقة المناسبة لأستنتاج إحداثيات نقاط الجسم التشريحية بمعلومية احداثيات مراكز ثقل الاجزاء؟
- هل يمكن تصميم برنامج الكتروني لفورية إجراء الصياغات الحسابية المقترحة.

رابعاً : إجراءات البحث

منهج البحث

إستخدمت مجموعة البحث المنهج التجريبي لملائمته لطبيعه البحث.

عينة البحث

اشتملت عينة البحث على لاعب واحد فقط، أدى الوقوف فتحاً الذراعين جانبا بالاضافة للمشي لمسافة قصيرة، كما تم تصوير نموذجاً خشبياً، وتم معالجة التسجيل خلال التحليل (2D &3D) على برنامج (SkillSpector 3d)، وجاءت مواصفات العينة كما يلي:

جدول (1)

المواصفات الانثروبومتريه لعينة البحث (السن بالسنة، كجم للوزن، سم للطول)

أطوال وصلات جسم اللاعب عينة البحث										
السن	الوزن	الطول	القدم	الساق	الفخذ	الجذع	العضد	الساعد	الكف	الرأس والرقبة
22	59	1.71	0.21	0.39	0.42	0.58	0.27	0.29	0.13	0.25
أطوال وصلات النمذج المصغر للجسم البشري										
–	–	–	0.10	0.20	0.30	0.40	0.10	0.20	0.10	0.20

أدوات البحث

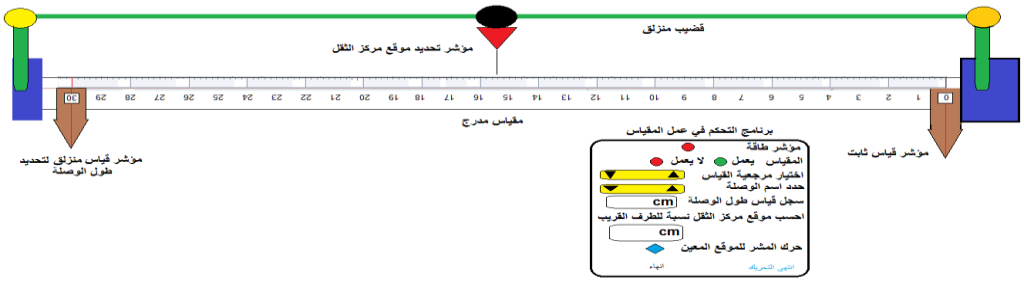
إستخدمت مجموعة البحث المتوسطات الحسابية وجداول الكتل والاوزان النسبية ومواقع مراكز ثقل الوصلات البيوميكانيكية وإعتمدت مجموعة البحث على الجداول النسبية للعالم (dempester 1955) عن كلا من (D.A winter 1990)(2) (R.K Jensen1993)(3) وذلك بالنسبة للعينة البشرية، أما النموذج المصغر فهو جسم جاسئ مراكز ثقل وصلاته عند المنتصف، هذا بالاضافة للأدوات الخاصة بعملية التصوير التي إستخدمت فيها مجموعة البحث عدد (2) كاميرا رقمية، مقياس رسم ثلاثي البعد، حوامل ثلاثية، ميزان طبي ومقياس للمسافات.

خامساً : عرض ومناقشة نتائج البحث

- أداة القياس المعاونه المقترحة

بيان عمل أداة القياس المقترحة

لتسهيل ودقة عملية قياس أطوال الوصلات البيوميكانيكية للجسم وتعيين مواقع مراكز ثقلها بسهولة قامت مجموعة البحث بتصميم أداة قياس معاونه تعتمد فكرتها على حصر القيم الواردة بالجداول النسبية الخاصة بتعيين مواقع مراكز ثقل وصلات الجسم لجميع العلماء الباحثين في هذا المجال، ومن ثم تخذينها في برنامج الكتروني قادر على التعامل معها وإستنتاج قيم المواقع، بالاضافة لقياسات أخرى حسب إختيار المستخدم وفي ضوء أطوال المفحوص، هذا البرنامج ملحق به مقياس مدرج (1متر) بمؤشر منزلق لتحديد الابعاد المطلوبة، وبيان الأداة كما يلي.



شكل (1) أداة القياس المقترحة

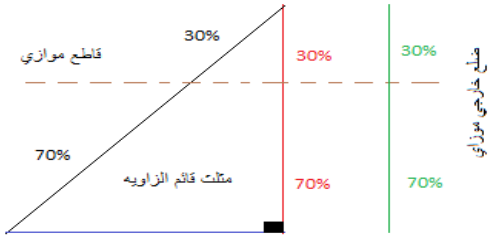
وبذلك فقد تم لمجموعة البحث الاجابة على التساؤل الأول التي تحقق الهدف الأول للبحث كما هو وراد سابقاً.

– الصياغة الحسابية المقترحة موضوع البحث

أ– الأساس النظري الذي بني عليه طريقه الحساب المستهدفه

من منطلق التعامل مع الجسم البشري كنظام حركي ومع أجزائة كسلسلة من الوصلات والتي يعتبر كل منها بمثابة ضلع من مثلث وبالرجوع الى مسلمات الهندسه الفراغية الخاصة بالمثلث القائم الزاويه نجد التالي :

"في المثلث القائم الزاويه اذا قطع مستقيم ضلعين ووازى الضلع الثالث فنسب القطع لجميع الاضلاع المقطوعه تكون متساويه نسبه الى أطوالها الكلية" (1 : 54).

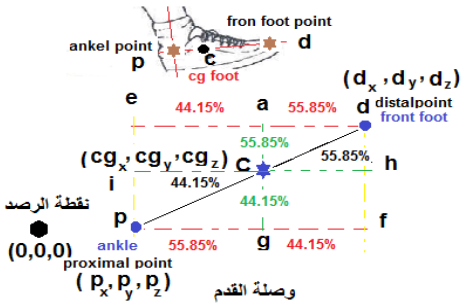


شكل (2) نسب قطع مثلث قائم الزاوية

ب– طريقة حساب إحداثيات نقاط الجسم التشريحية بمعلوميه مراكز ثقل الاجزاء

لحساب إحداثيات نقاط الجسم التشريحية بمعلوميه احداثيات مراكز ثقل الاجزاء لابد أولا من معرفة أن كل وصله تحتاج لنقطتين معروفتين لتحديد موقع النقطة الثالثة، وعليه فبعد الحصول على احداثيات مراكز ثقل الاجزاء كنتائج أوليه للتحليل الحركي بشرط رصد نقطتي مقدمة القدم ورسغ اليد (أو الكتف والحوض) على الجانبين بالاضافة اليها، والجميع نسبةً الى نقطة رصد ثابته على سطح الاتصال، ثم نتبع الخطوات التالية :

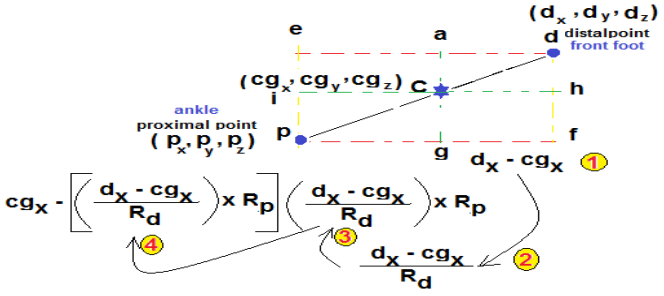
– البدء بوصله القدم وهنا لدينا احداثيات نقطتي مركز ثقل القدم ومقدمتها معلومتا الموقع بالاضافه لطول الوصله، من ذلك نستطيع حساب موقع نقطة الكاحل كما في **شكل (3)** المقابل الذي يوضح الفكرة ، ثم نتبع الاتي :



في المثلثين القائمين dep ، dfp الضلع dp ضلع مشترك ، والضلع de يوازي الضلع fp ويساويه، والقطعة المستقيمة ag تقطع الاضلاع de ، dp ، fp ، hi في النقاط a ، c ، g وتطبيقا للقاعده الهندسية السابقة فإن النسب المئوية التالية تتساوى:

$$\frac{da}{de}\% = \frac{dc}{dp}\% = \frac{fg}{fp}\% = \frac{ac}{ag}\% \;\&\; \frac{ae}{de}\% = \frac{cp}{dp}\% = \frac{gp}{fp}\% = \frac{cg}{ag}\%$$

ومن السابق يمكن حساب إحداثيات نقطة الكاحل كما يلي :



$$p_x = cg_x - \left[\left(\frac{dx - cg_x}{R_d}\right) \times R_p\right]$$

$$p_y = cg_y - \left[\left(\frac{dy - cg_y}{R_d}\right) \times R_p\right]$$

$$p_z = cg_z - \left[\left(\frac{dz - cg_z}{R_d}\right) \times R_p\right]$$

شكل (4) طريقة تطبيق الصيغة الحسابية

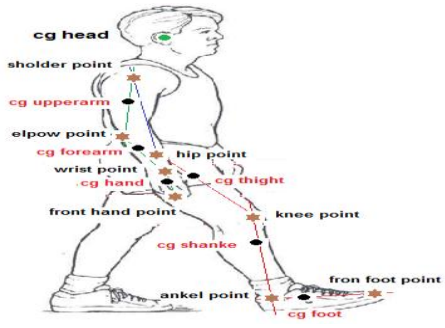
حيث (p) تعني النقطة القريبة من المحور الرأسي للجسم، (d) تعني النقطة البعيده عنه، (cg) مركز ثقل الوصلة، وكل من (x,y,z) تمثل الابعاد الثلاثة الفراغية، (Rp) النسبة التقريبية للطرف القريب، (Rd) النسبة التقريبية للطرف البعيد مع اعتبار طول الوصلة.

- من خلال تحديد موقع نقطة الكاحل (حسابياً) بالاضافه لموقع مركز ثقل الساق كناتج للتحليل الحركي مع معرفة طولها نستطيع حساب موقع نقطة الركبة وهكذا حتى نقطة الحوض، وذلك نفسة ما يتم على الجانب الاخر من الجسم، ويتم التعامل مع الذراعين بدءاً من الكتف ومركز ثقل العضد وصولاً لمقدمة الكف على الطرفين بنفس الطريقه.
- أما عن الجذع فهو حالة خاصة، حيث يتكون الجذع من ثلاثة كتل متصلة عبر العمود الفقري هي منطقة الصدر (Thorax)، منطقة البطن (Abdomen)، ومنطقة الحوض (Pelvis)، لكل منها كتلة نسبية ومركز ثقل له موقعه الخاص به، ومن خلال التعامل حسابيا مع احداثي مراكز ثقل الاجزاء الثلاثة وكتلها النسبية يتم حساب مركز ثقل الجذع كما يلي : (يتم استخراج الاحداثيات الفراغية (y,z) بنفس طريقه استخراج الاحداثي (x))

$$cg_{x_{tr}} = \frac{(m_{th} \times th_x) + (m_{ab} \times ab_x) + (m_{pe} \times pe_{x)}}{m_{tr}}$$

حيث (m) الكتلة النسبية، (x) الاحداثي الافقي، (tr) الجذع، (th) الصدر، (ab) البطن، (pe) الحوض.

- من خلال الخطوة الاولى والثانية تكون مجموعة البحث قد استخرجت عدد (13 نقطة تشريحية ومركز ثقل واحد) هي (الكاحلين، الركبتين، يمين ويسار الحوض، المرفقين، رسغ اليدين، مقدمة اليدين، ومركز ثقل الجذع).

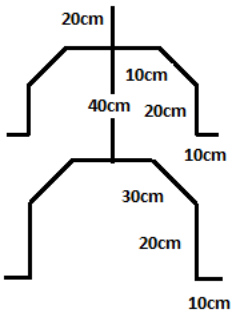


شكل(٥) نقاط ومراكز ثقل الجسم

وذلك بمعلومية مواقع مراكز ثقل أجزاء الجسم الخاضعة للتحليل وعددها (16 مركز ثقل)، هي (القدمين، الساقين، الفخذين، الحوض، البطن، الصدر، العضدين، الساعدين، اليدين، والرأس والرقبة) هذا بالاضافه للكتفين ومقدمة القدمين كنقاط خاضعة للرصد من خلال التحليل مسبقاً.

- **مقارنة القياسات المرفوعه من النموذج المصغر بالمحسوبة بالصياغة المقترحة:**

جاءت النتائج المرفوعه بالقياس المباشر لمواقع مراكز ثقل النموذج المصغر مطابقة للمحسوبه بالصياغه الحسابية المقترحة وجاء ذلك الإجراء بهدف التحقق من صحة الصياغه المقترحة بإستخدام محك (criterion) معروف.



شكل (6) النموذج المصغر

– في سبيل سرعة إجراء العمليات الحسابية الخاصة بالصياغات المقترحة موضوع البحث بسرعة وسهولة **قامت مجموعة البحث بتصميم برنامج الكتروني** بسيط قادر على التعامل مع البيانات المدخلة اليه من قبل المستخدم بحيث يمكنه حساب مواقع مراكز ثقل الأجزاء والاطوال والكتل النسبية بناءاً على جداول العلماء وكذلك حساب مواقع النقاط التشريحية بمعلمية البيانات الخاصة بمواقع مراكز ثقل الأجزاء الصادره عن التحليل الحركي للجسم خلال الاداء كما هو مستهدف من فكرة البحث.

مما تقدم بالاضافة للأستعراض التالي لنتائج التحليل الحركي لعمل عينة البحث فقد تمت لمجموعة البحث الاجابة على التساؤلين الثاني والثالث التي تحقق الهدفين الثاني والثالث للبحث كما هو وراد سابقاً.

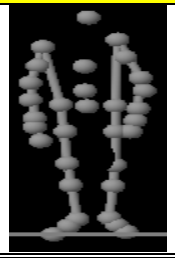
– نتائج التحليل الحركي لوضع الوقوف وحركة المشي وعقد المقارنات

فيما يلي توضح مجموعة البحث نتائج التحليل الحركي لنقاط الجسم في الثبات والحركة مع عقد المقارنات بين قيم مراكز الثقل المحسوبه من البرنامج والموقعة مسبقا واطوال الوصلات الميكاينكية للجسم خلال ذلك

جدول (2)

عقد المقارنات لنتائج التحليل الحركي لوضع ثابت (مواقع مراكز الثقل والنقاط التشريحية والاطوال) (ن=1)

الموقع	نوع القياس										
الجانب الايمن للجسم	المحسوب	toe - X	toe - Y	cg.foot - X	cg.foot - Y	ankle - X	ankle - Y	cg.shank - X	cg.shank - Y	knee - X	knee - Y
		-0.1870000	0.0250000	-0.1270000	0.0830000	-0.0930000	0.1280000	-0.1190000	0.3550000	-0.1320000	0.5010000
		0.14 m						0.38 m			
	المعين	-0.187000	0.025000	-0.127000	0.111168	-0.067000	0.197337	-0.119000	0.412266	-0.158711	0.576400
		0.21 m						0.39 m			
	الفرق	0.07 m						0.01 m			
	المحسوب	cg.thigth - X	cg.thigth - Y	hip - X	hip - Y	shoulder - X	shoulder - Y	cg.uperarm - X	cg.uperarm - Y	elpow - X	elpow - Y
		-0.1400000	0.7150000	-0.1570000	0.8930000	-0.2290000	1.4500000	-0.2480000	1.3000000	-0.2770000	1.2000000
		0.39 m				0.26 m					
	المعين	-0.140000	0.813804	-0.125711	0.995102	-0.229000	1.450000	-0.248000	1.335465	-0.273186	1.183640
		0.42 m				0.27 m					
	الفرق	0.03 m				0.01					
	المحسوب	cg.forearm - X	cg.forearm - Y	wrist - X	wrist - Y	cg.hand - X	cg.hand - Y				
		-0.2770000	1.0500000	-0.2600000	0.9500000	-0.2620000	0.8700000				
		0.25 m				0.08 m					
	المعين	-0.277000	1.057258	-0.281934	0.893772	-0.223210	0.864132				
		0.29 m				0.06578 m					
	الفرق	0.04				0.01422 m					
الجانب الايسر للجسم	المحسوب	toe - X	toe - Y	cg.foot - X	cg.foot - Y	ankle - X	ankle - Y	cg.shank - X	cg.shank - Y	knee - X	knee - Y
		0.0990000	0.0000000	0.0610000	0.0500000	0.0340000	0.1360000	0.0500000	0.3500000	0.0550000	0.4890000
		0.15 m						0.35 m			
	المعين	0.099000	0.000000	0.061000	0.097883	0.023000	0.195765	0.070000	0.411843	0.105892	0.576854
		0.21 m						0.39 m			
	الفرق	0.06 m						0.04			
	المحسوب	cg.thigh - X	cg.thigh - Y	hip - X	hip - Y	shoulder - X	shoulder - Y	cg.uperarm - X	cg.uperarm - Y	elpow - X	elpow - Y
		0.0560000	0.7140000	0.0570000	0.8860000	0.0650000	1.4600000	0.0970000	1.2120000	0.1570000	1.0740000
		0.40 m				0.40 m					
	المعين	0.030000	0.802577	-0.027957	0.974955	0.065000	1.460000	0.097000	1.348397	0.139419	1.200458
		0.42 m				0.27 m					
	الفرق	0.02 m				0.13 m					
	المحسوب	cg.forarm - X	cg.forarm - Y	wrist - X	wrist - Y	cg.hand - X	cg.hand - Y				
		0.1700000	0.9870000	0.1460000	0.8680000	0.1360000	0.7880000				
		0.21 m				0.08 m					
	المعين	0.170000	1.077772	0.209559	0.919068	0.200000	0.853987				
		0.29 m				0.06578 m					
	الفرق	0.08 m				0.01422 m					
الرأس والجذع ومركز الثقل	المحسوب	cg.head - X	cg.head - Y	cg.trunk-x	cg.trunk-y	CG - X	CG - Y				
		-0.0490000	1.4770000	-0.06696	1.189215	-0.0500000	0.9800000				
	المعين	-0.049000	1.4770000	-0.068252	1.119394366	-0.057150	1.013397				
	الفرق	0.00	0.00	0.001	0.070	0.007	0.033				

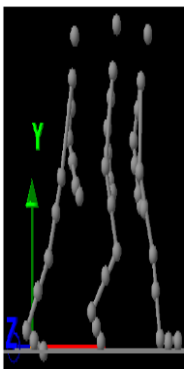


شكل (7) وضع الوقوف

جدول (3)

متوسطات الفروق بين قيم مراكز ثقل االوصلات وأكبر وأصغر قيمه لنتائج التحليل الحركي لحركة المشي (بالمتر) (ن=1)

data	Cg. foot - X	Cg. foot - Y	Cg. foot - Z	Foot length
average	-0.021947	-0.005950	-0.074500	0.029783
min	-0.039720	-0.014500	-0.099500	0.005939
max	-0.002422	0.004000	-0.044000	0.050862
data	Cg. leg - X	Cg. leg - Y	Cg. leg - Z	leg length
average	-0.230852	-0.009388	-0.305187	-0.005973
min	-0.440940	-0.024282	-0.348547	-0.025061
max	0.000370	0.011549	-0.271547	0.010109
data	Cg. thigh - X	Cg. thigh - Y	Cg. thigh - Z	Thigh length
average	-0.367703	-0.004656	-0.658746	0.007358
min	-0.751583	-0.026225	-0.752742	-0.001777
max	0.148895	0.004499	-0.567826	0.018009
data	Cg. Upper arm - X	Cg. Upper arm - Y	Cg. upper arm - Z	Upper arm length
average	-0.153055	-0.021517	-0.398803	-0.008334
min	-0.209348	-0.053925	-0.420050	-0.028104
max	-0.105941	-0.007794	-0.361283	0.005302
data	Cg. forearm - X	Cg. forearm - Y	Cg. forearm - Z	Forearm length
average	-0.067374	-0.009482	-0.117493	0.036438
min	-0.075149	-0.013744	-0.131668	0.029683
max	-0.054055	-0.004256	-0.095876	0.045031
data	Cg. head - X	Cg. head - Y	Cg. head - Z	
average	0.000000	0.000000	0.000000	
min	0.000000	0.000000	0.000000	
max	0.000000	0.000000	0.000000	
data	Cg. trunk - X	Cg. trunk - Y	Cg. trunk - Z	
average	-0.265247	-0.014463	-0.681226	
min	-0.51373	-0.035140	-0.733862	
max	0.063734	0.00097	-0.625581	
data	Cg. all - X	Cg. all - Y	Cg. all - Z	
average	-0.234492	-0.011319	-0.548494	
min	-0.452669	-0.025752	-0.595928	
max	0.052948	0.000187	-0.501031	



شكل التسلسل (8) الحركي لخطوة المشي

يتضح من خلال إستعراض جدولي (2&3) وجود فروق واضحة بين القيم المعينة لمراكز ثقل الوصلات البيوميكانيكية والنقاط التشريحية والقيم المحسوبه لكلاهما، مما تسبب في أمرين هامين وجود خطأ في حساب أطوال الوصلات وتغيرها بالنسبة للطريقة التقليدية عنه في الطريقة المقترحة والتي كانت الأطوال ثابته سواءاً في الثبات أو الحركة، بالاضافة للأختلاف بين قيم مركز ثقل الجسم العام .

سادسا : إستنتاجات البحث

في ضؤ ما تقدم خلصت مجموعة البحث إلى النقاط التالية:

- إتباع نظام التحليل الذي يعتمد على توقيع نقاط الجسم التشريحية ثم إستخراج إحداثيات مراكز ثقل وصلات الجسم البيوميكانيكية حسابيا بواسطة برنامج التحليل عرضة للخطأ الذي يبدأ صغيراً ثم يتعاظم مما يؤدي لخطأ في إحداثيات مركز ثقل الجسم العام وبالتالي المتغيرات البيوميكانيكية المتعلقة به .
- تغير أطوال الوصلات البيوميكانيكية بما يخالف الواقع خلال مراحل الاداء عند التحليل بتوقيع النقاط التشريحية ثم إستنتاج مراكز الثقل (الطريقة التقليدية).
- وسيلة القياس المستخدمة ساهمت في دقة رفع القياسات عن العينة.
- إتباع نظام التحليل الذي يعتمد على توقيع مراكز ثقل وصلات الجسم ثم إستخراج احداثيات نقاط الجسم التشريحية حسابيا بواسطة الطريقة المقترحة وبإستخدام المعادلات المطروحة من قبل مجموعة البحث أكثر دقه من نظيره سابق الحديث عنه بالتالي من خلاله يمكن التحصل على متغيرات بيوميكانيكية دقيقة لمراكز ثقل الوصلات ومركز ثقل الجسم العام والنقاط التشريحية، وهذا تحقيقا لهدف البحث.
- ثبات أطوال الوصلات البيوميكانيكية بما يطابق الواقع خلال مراحل الاداء عند التحليل بتوقيع النقاط بالطريقة المقترحة والتي تعتبر الاصل في التحليل.
- يمكن من خلال الطريقة المقترحة الحصول على تسلسل حركي مطابق في مواصفاته للحقيقة والحصول على جميع المتغيرات المطلوبه لكل من التحليل ثنائي وثلاثي البعد.
- ايجاد احداثيات مركز ثقل الجذع بمعلومية كتل أجزائة الثلاثة أدق من إيجادة بمعلومية إحداثيات نقطتي الكتف والحوض.

- البرنامج الالكتروني المصمم ساعد على سرعة ودقة الحسابات الخاصة بالصياغات المقترحة وبالتالي فورية الحصول على البيانات.

سابعاً : توصيات البحث

- استخدام وسيلة القياس المطروحة لرفع القياسات وتعيين مراكز ثقل وصلات الجسم.
- استخدام الطريقة المقترحة كمدخل للتحليل ثنائي وثلاثي البعد.
- اعتماد المعادلات التي تم التوصل اليها كأساس في التحليل الحركي.
- تطوير البرنامج الالكتروني المصمم وليشمل قياسات أُخرى.
- تطوير الطريقة المقترحة بالاعتماد على الاساس البياني في إيجاد مواقع نقاط الجسم التشريحية وبالتالي إستبعاد النقطتين الثابتتين التي اعتمدت مجموعة البحث عليها خلال التحليل والاكتفاء بمراكز ثقل الوصلات فقط ليصل عدد النقاط المرصوده 16 نقطة فقط.

ثامناً : مراجع البحث

أولاً : المراجع العربية

1- وزارة التعليم : الهندسة والمثلثات – كتاب الطالب، المؤسسة العامة للطباعة، الجمهورية العربية السورية، 2011 م.

ثانيا المراجع الاجنبية

2- D.A winter : Biomechanics and Motor Control of Human Movement, Second edition. John Wiley & Sons, Inc., Toronto, 1990.

3- JENSEN R.K : Human morphology, its role in the mechanics of motion, journal of biomechanics, 1993

View publication stats