جامعة دمشق

كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية

قسم الهندسة الطبية

تقييم العمليات الجراحية للأطراف السفلية لمرضى الشلل الدماغي التشنجي باستخدام تحليل المشي

دراسة أعدت لنيل درجة الدكتوراه في الهندسة الطبية

إعداد المهندسة ليلى صالح خضور

إشراف الدكتور المهندس مصطفى الموالدي إشراف مشارك الدكتور رستم مكية

الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى استخدام تحليل المشي في تقييم أثر عملية متعددة المستويات وحيدة الحدث (SEMLS: Single Event Multilevel Surgery)على المشي لدى مرضى الشلل الدماغي التشنجي. تضمنت الدراسة (10) أطفال مصابين بالشلل الدماغي التشنجي، و(12)طفل سليم من نفس الفئة العمرية. أجري تحليل المشي في مخبر الميكانيك الحيوي في قسم الهندسة الطبية كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية في جامعة دمشق. أظهرت نتائج القياسات تحسن في محددات المسافة والزمن لدى أطفال الشلل الدماغي التشنجي. وأظهرت المحددات الحركية تحسن كل من المعاملين (GPS)و(GDI) للمرضى بعد الجراحة، وتحسنت زاوية مفصل الكاحل حيث ازدادت على طول دورة المشي، وانخفضت زاوية قبض مفصل الورك على طول دورة المشي. كما أظهرت قوى رد فعل الأرض لدى أطفال الشلل الدماغي تحسن بعد الجراحة. وازدادت قمة عزم القبض الأعظمي لمفصل الكاحل بعد الجراحة، وانخفض عزم القبض لمفصل الورك ليصبح منحني العزم أقرب إلى المنحني للأطفال السليمين. مما يعكس التحسن المجمل لحركة المرضى وقدرتهم على الحركة والتنقل، ويدعم دعم قرار الطبيب لإجراء هذا النوع من العمليات الجراحية.

المقدمة

الشلل الدماغي من أكثر الإعاقات الحركية انتشاراً، حيث يعاني المرضى من ضعف القدرة على التحكم بالحركة مما يسبب تشوهات في المشي[1]. يدرس تحليل المشي حركة الإنسان، ويضيف قياسات كمية تتضمن مجموعة كبيرة من البيانات تعطي تعريف لانحرافات المشي وفهم أفضل لها[2]. ويستخدام تحليل المشي لدراسة خصائص المشي لدى مرضى الشلل الدماغي ، مما يساعد في وضع خطة العلاج الأنسب ومن ثم تقييم نتائج العلاج ومقدار التحسن في المشي لدى المرضى[3].

الدراسات المرجعية

- درس **(Thomas Dreher et al 2012)** تأثير تحرير عضلة الساق الخلفية كجزء من عملية (SEMLS)على مفصل الكاحل لدى أطفال الشلل الدماغي التشنجي السفلي، أظهرت النتائج:
  - زيادة في القبض الظهري لمفصل الكاحل عند التلامس.
  - تحسن العزم على مفصل الكاحل بانخفاض عزم القبض الظهري الأعظمي عند مرحلة استجابة الحمل[4].
- أجرى **(Terje Terjesen et al 2015)** دراسة لنتائج عملية (SEMLS) في معالجة مشاكل المشي لـ(34)مريض شلل دماغي، والنتائج :
  - زيادة في زاوية القبض العظمى لمفصل الكاحل في طور التلامس.
  - تناقص زاوية القبض الدنيا لمفصل الركبة في طور التلامس.
  - تناقصت زاوية القبض الدنيا للورك في طور تلامس (6) درجة.
  - تحسن المعامل(GPS) في المجال (15.6 to 20.4) درجة [5].
- بحث **(G. Steinwender et al 2016)** في تأثير العملية الجراحية (SEMLS) على تحسين المشي لدى (39) طفل شلل دماغي تشنجي من خلال حساب (GDI: Gait Deviation Index) قبل الجراحة وبعدها بـ فترة (سنة، عشر سنوات)، بينت النتائج:
  - ازدياد قيمة (GDI) بمقدار (12.1)نقطة بعد عام من الجراحية.
  - ازدياد قيمة (GDI) بمقدار (10.3) نقطة بعد عشر سنوات [6].

الإجراء التجريبي

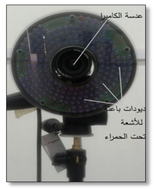
مكونات نظام استحصال الحركة (Smart-D: Motion Capture System)

1- ست كاميرات من الشركة الإيطالية (BTS Bioengineering)

2- صفيحتي قوة سويسرية الصنع (Kistler Force Plats)

3- المعلمات: كريات صغيرة مغلفة بمادة عاكسة للأشعة تحت الحمراء

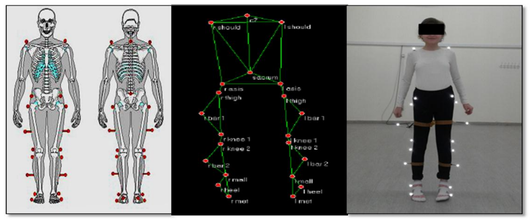
4- مجموعة متطورة من البرامج الحاسوبية [7].



الكاميرا في المخبر.

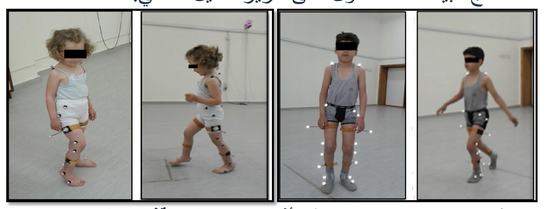
خطوات إجراء التجربة

- ✓ **معايرة المخبر** وتتضمن أربعة مراحل هي: معايرة محاور الإحداثيات، حجم العمل، الصفيحة الأولى، الصفيحة الثانية.
- ✓ **تحضير العينات لإجراء الاختبار** تتضمن: إجراء مجموعة من القياسات (الوزن- الطول- طول الساق اليمنى واليسرى- عرض الحوض- عمق الحوض الأيمن والأيسر-قطر الركبة وقطر الكاحل الأيمن والأيسر). وتركيب المعلمات على جسم العينة عددها (22) معلم توضع وفق بروتوكول (Davis Heel)[8] .



بروتوكول (Davis Heel)[8] .

- ✓ **تنفيذ اختبار تحليل المشي.**
  - باستخدام البرنامج الحاسوبي BTS SMART Clinic ينشأ ملف خاص بالعينة، وتبدأ التجربة (trial) بالوقوف على صفيحة القوى (standing)والثبات لمدة خمس ثواني.
  - يطلب من العينة المشي (walking) حافي القدمين وبالسرعة العادية. وتسجيل ثلاث تجارب (walking) ناجحة على الأقل.
  - تعالج البيانات للحصول على تقرير تحليل المشي.



طفلين مصابين بالشلل الدماغي أثناء إجراء التجربةفي المخبر.

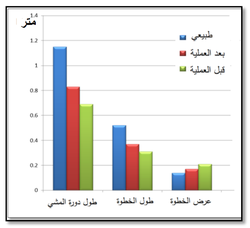
الدراسة الإحصائية: استخدم كملخص لتشوهات المشي المعاملين: (GPS: Gait Profile Score) و(GDI: Gait Deviation Index) استخدم Kolmogorov-Smirnova test لتقييم مدى طبيعية التوزع للبيانات. ثم استخدم T-test: Paired two sample for mean للبيانات ذات التوزع الطبيعي، وWilcoxon Signed Ranks Test للبيانات ذات التوزع غير الطبيعي. ولإجراء الاختبارات السابقة استخدم البرنامج الإحصائي (IBM SPSS Statistics version 19).

النتائج

بلغ عدد المرضى (10)بمتوسط عمر (9.2±3.2) عام: (8) شلل دماغي تشنجي سفلي، (2)شلل دماغي تشنجي نصفي، أحد المرضى طفلة أجري لها عملية في طرف واحد فقط. بالتالي عدد الأطراف السفلية (17) طرف أجري لهم (37) إجرائية جراحية بمتوسط (2.2±1.1)إجرائية جراحية لكل طرف. أجري للمرضى تحليل المشي قبل الجراحة وبعدها بفترة زمنية متوسطها (12.3±4.6) شهر. وكانت نتائج الجراحة على محددات المشي للمرضى:

محددات المسافة والزمن: تحسنت مقتربةً من بيانات الأطفال السليمين كمايلي:

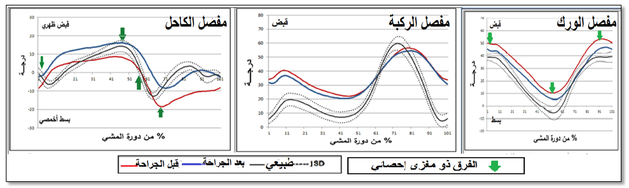
- ✓ازدياد طول الخطوة وطول دورة المشي والسرعة لدى المرضى بعد الجراحة.
- ✓انخفاض عرض الخطوة وزمن دورة المشي لدى المرضى بعد الجراحة.
- ✓انخفاض طوري التلامس والتلامس الثنائي لدى المرضى بعد الجراحة.



طول دورة المشي، طول الخطوة
عرض الخطوة قبل الجراحة وبعدها

المحددات الحركية:

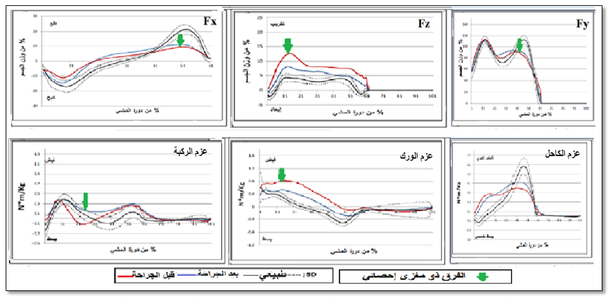
- ✓ازدياد زاوية القبض الظهري لمفصل الكاحل على طول دورة المشي، حيث انخفضت زاوية البسط الأخمصي في بداية دورة المشي من (8.5-) درجة قبل الجراحة إلى (2-) درجة بعدها.
- ✓تحسن طفيف في حركة مفصل الركبة خلال طور التلامس.
- ✓انخفاض زاوية قبض مفصل الورك على طول دورة المشي، انخفضت في بداية دورة المشي من (50.3) درجة قبل الجراحة إلى (45.3) درجة بعدها.
- ✓تحسن كل من المعاملين (GPS)و(GDI) للمرضى بعد الجراحة مما يعكس تحسن حركة المرضى وقدرتهم على الحركة والتنقل.



تغير زاوية مفاصل الورك ةالركبة والكاحل لأطفال الشلل الدماغي قبل الجرحة وبعدها.

المحددات التحريكية:

- •أظهرت قوى رد فعل الأرض لدى أطفال الشلل الدماغي تحسن بعد الجراحة.
- •تحسن العزم المطبق على مفاصل الكاحل والورك ليصبح منحني العزم أقرب إلى المنحني للأطفال السليمين.



تغير قوى رد الفعل والعزوم لأطفال الشلل الدماغي قبل الجرحة وبعدها.

المناقشة

يعاني مرضى الشلل الدماغي التشنجي من انخفاض في طول الخطوة وبالتالي طول دورة المشي والسرعة، وارتفاع عرض الخطوة وطوري التلامس والتلامس الثنائي. يعزى ذلك إلى أن أطفال الشلل الدماغي يلجؤون إلى خفض طول الخطوة بسبب ضعف التوازن وبحثاً عن ثباتية أفضل أثناء المشي. ويستخدمون خطوة أعرض بهدف تأمين قاعدة دعم أكبر للجسم. ويمشون بسرعة منخفضة بسبب عدم نضوج نظام التحكم العصبي لديهم. كما أن التشنج هو عامل مهم في كل تشوهات الحركة السابقة.

كما أظهرت نتائج القياسات لمرضى الشلل الدماغي قبل العملية الجراحية وجود زيادة في متوسط زاوية البسط الأخمصي لمفصل الكاحل عند بداية التلامس وخلال النصف الثاني من طور التلامس وعلى طول طور التارجح يعود ذلك إلى ضعف العضلة الظنبوبية الأمامية في الساق وبنفس الوقت تشنج العضلة النعلية وعضلة الساق الخلفية مما يسبب قصر في وتر العرقوب. كمالوحظ وجود زيادة في زاوية قبض مفصل الركبة خلال كامل طور التلامس، وزيادة في زاوية قبض مفصل الورك على طول دورة المشي، بسبب تشنج العضلات القابضة لهذه المفاصل.

بعد العملية الجراحية: إجراء جراحة للمرضى تتضمن إجرائيات لتطويل الأوتار أو خزع العضلات المتشنجة ساهم في توازن تشوهات القوى وزيادة مجال الحركة للمفاصل وتخفيض تشنج العضلات مما أدى إلى تحسن جميع محددات المشي لدى المرضى واقترابها من المحددات لدى الأطفال السليمين.

الخلاصة

أثبتت نتائج هذه الدراسة أهمية العمليات الجراحية للأطراف السفلية في تقليل تشوهات الحركة وتحسين خصائص المشي والقدرة على التنقل لدى مرضى الشلل الدماغي التشنجي، مما يسهم في دعم قرار الطبيب لإجراء هذا النوع من العمليات الجراحية. كما أضاءت على ضرورة استخدام تحليل المشي في تشخيص درجة الإعاقة لدى مرضى الشلل الدماغي التشنجي وتقرير نوع العمل الجراحي الأنسب لهم.

المراجع

[1] Yavuzer, G., Sonel, B., Kutlay, F., and Ergin, S. (2005)"Use of Gait Analysis in the Treatment Decision-Making Process of Patients with Spastic Cerebral Palsy" Turk J Phys Med Rehab; 51 (1): 1-5.

[2]Nardello, D. F. (2010)" Human Locomation:Center of Mass and Symmetry" Doctoral thesis, Department of Neurological and Visual Sciences, University of Verona.

[3]Armand, S., Decoulon, G., & Bonnefoy-Mazure, A. (2016)"Gait analysis in children with cerebral palsy" EFORT open reviews; 1(12): 448-460.

[4] Dreher, T., Buccoliero, T., Wolf, S. I., Heitzmann, D., Gantz, S., Braatz, F., & Wenz, W. (2012). Long-term results after gastrocnemius-soleus intramuscular aponeurotic recession as a part of multilevel surgery in spastic diplegic cerebral palsy. JBJS, 94(7), 627-637.

[5] Terjesen, T., Lofterød, B., & Skaaret, I. (2015). Gait improvement surgery in ambulatory children with diplegic cerebral palsy: A 5-year follow-up study of 34 children. Acta orthopaedica, 86(4), 511-517.

[6] Švehlík, M., Steinwender, G., Lehmann, T., & Kraus, T. (2016). Predictors of outcome after single-event multilevel surgery in children with cerebral palsy: a retrospective ten-year follow-up study. The bone & joint journal, 98(2), 278-281.

[7] SMART-D Motion capture system. User manual English version 1.12. Document number: ERSD1-00220-12. piblished December 2008. Copy right BTS S.P.A 2000-2009.

[8] BTS Bioengineering, (2009), “DAVIS HEEL PROTOCOL”.