جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم الهندسة الطبية

الشبكات العصبونية الصنعية للمساعدة في تشخيص متلازمة النفق الرسغي

- دراسة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الطبية -

إعداد: م. ديمة أديب الصالح
بإشراف : د.م . هاني عماشة

الملخص:

أنجز هذا البحث لتشخيص درجة الإصابة بمتلازمة النفق الرسغي باستخدام الشبكات العصبونية بناء على دراسة الناقلية العصبية ووفق معيار تشخيص يتبع توصيات الجمعية الأمريكية للطب التشخيصي. استُخدمَت لعملية التدريب خوارزميات الانتشار العكسي المضمنة في تطبيقات التعرف على الأنماط في برنامج ماتلاب (MATLAB) وتمت المقارنة بين أدائها، كما تم إجراء دراسة إضافية لمعرفة تأثير بعض البارامترات المستخدمة على دقة التشخيص.

المقدمة:

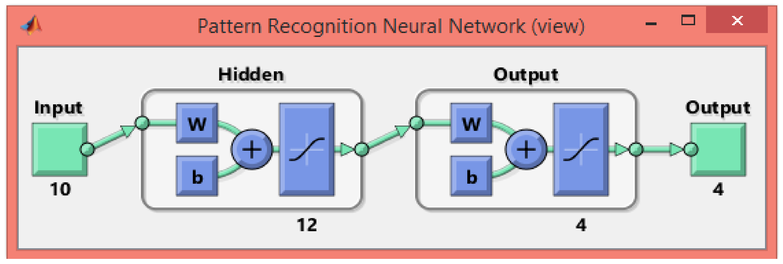
متلازمة النفق الرسغي هي اعتلال عصبي انضغاطي مصحوب بأعراض يصيب العصب المتوسط عند مستوى الرسغ. [1]، تشمل الأعراض الخدر، التنميل، الالتهاب، و/أو الألم وهو شائع الحدوث عند السيدات أكثر من الرجال بمعدل 9.2 %عند السيدات و6% عند الرجال [3][2]. يتم تشخيص متلازمة النفق الرسغي بناء على ملاحظة الأعراض السريرية ودراسة الناقلية العصبية التي تشمل العصب المتوسط والعصب الزندي كعصب مرجعي. في السنوات الأخيرة تم الاعتماد على الأنظمة الذكية كالشبكات العصبونية، المنطق العائم والخوارزمية الجينية في التطبيقات الطبية، ساعد على ذلك قدرتها على تحليل الأنظمة غير الخطية المعقدة وعلى معالجة كميات كبيرة من البيانات [4]، وقد كانت متلازمة النفق الرسغي موضع بحث لعدد من الدراسات إلا أن استخدام الشبكات العصبونية لتشخيصها كان إما مبنياً على عدد قليل من البارامترات أو مقتصراً على التفريق بين متلازمة النفق الرسغي واعتلال الأعصاب فقط، الأمر الذي دفعنا لإنجاز هذا العمل.

الدراسات المرجعية:

عام 2010 قام Ilbay وزملاؤه باستخدام الشبكات العصبونية العودية لتشخيص متلازمة النفق الرسغي وقاموا بمقارنة أدائها مع شبكة متعددة طبقات من نوع (perceptron) [5] وفي عام 2012 قامت Kunhimangalam وزملاؤها باستخدام الشبكات العصبونية ذات التغذية الأمامية للتفريق بين متلازمة النفق الرسغي، اعتلال الأعصاب، والحالة الطبيعية، حيث تمت المقارنة بين ثلاث خوارزميات تدريب [6]، كما قامت Kunhimangalam وزملاؤها في عام 2013 باستخدام الشبكات العصبونية العودية والشبكات العصبونية ذات التغذية الأمامية للتفريق بين متلازمة النفق الرسغي، اعتلال الأعصاب، والحالة الطبيعية [7]، وفي عام 2013 قامت Kunhimangalam وزملاؤها أيضاً ببناء نظام يعتمد على المنطق العائم لتشخيص درجة تقدم متلازمة النفق الرسغي(طبيعي، خفيف إلى متوسط، شديد)[8] .

منهجية البحث:

- تم بناء شبكة عصبونية ذات تغذية أمامية من نوع تعرف على الأنماط مؤلفة من طبقة دخل، طبقة مخفية حجمها 12 عصبون، وطبقة خرج الشكل(1).
- استُخدمَت في هذه الدراسة بيانات لـ 112 حالة (71 شخص)، وكان دخل الشبكة عبارة عن عشرة بارامترات تشخيصية هي الأزمنة والسرعات والمطالات الحسية والحركية للعصب المتوسط، الزمن والسرعة والمطال للقسم الحسي للعصب الزندي، فرق السرعات الحسية بين العصبين المتوسط والزندي في مقطع نفق الرسغ) أما خرج الشبكة فقد كان أربعة صفوف هي الحالة الطبيعية، إصابة خفيفة، إصابة متوسطة، إصابة شديدة.



الشكل (1)

- دُرِبَت الشبكة باستخدام ثلاث خوارزميات من خوارزميات الانتشار الخلفي لمعرفة تأثيرها على دقة التشخيص والحصول على أفضل أداء من خلال المقارنة بين أدائها، وهي خوارزمية التدرج المترافق الموزون (SCG)، خوارزمية الانتشار الخلفي المرن(RP)، وخوارزمية ليفينبرغ-ماركوارت(LM).
- أُجري استقصاء إضافي لتقييم تأثير مجموعة من بارامترات الدخل (مجموعة المطالات الحسية والحركية، وفرق السرعات الحسية بين العصبين المتوسط والزندي)على دقة التشخيص بشكل عام وعلى كل درجة من درجات تقدم الإصابة بشكل خاص.

النتائج:

- ✓ يبين الجدول (1) دقة و تكرار كل من الخوارزميات الثلاث المستخدمة، حيث نلاحظ أن أن خوارزمية التدرج المترافق الموزون أعطت الأداء الأفضل بدقة 94.1% تليها خوارزمية الانتشار الخلفي المرن بدقة 91.2% أما الأداء الأقل فكان لخوارزمية ليفينبرغ- ماركوارت بدقة 82.4%، وبملاحظة تكرار كل خوارزمية نجد أن خوارزمية ليفينبرغ-ماركوارت هي الأسرع تليها خوارزمية التدرج المترافق الموزون ، أما خوارزمية الانتشار الخلفي المرن فقد كانت الأبطأ في الوصول للتقارب.
- ✓ الجدول (2) يبين نتائج دراسة تأثير البارامترات المستخدمة حيث لوحظ انخفاض دقة المصنف من 94.11 % في حالة المصفوفة الأصلية إلى 88.23 % في حالة حذف مجموعة المطالات من مصفوفة الدخل، وانخفاض دقة المصنف إلى 85.29 % في حالة حذف بارامتر فرق السرعات من مصفوفة الدخل.
- ✓ يبين الجدول (3) انخفاض دقة تشخيص الحالة السليمة من 97.05% إلى 91.17%في حالة حذف بارامتر فرق السرعات، وانخفاض دقة تشخيص الإصابة الخفيفة من 94.11% في حالة المصفوفة الأصلية إلى 91.17% في حالة حذف مجموعة المطالات وانخفاضها إلى 88.23% في حالة حذف فرق السرعات، انخفاض دقة تشخيص الإصابة المتوسطة من 97.05% في حالة المصفوفة الأصلية إلى 91.17% في حالة حذف مجموعة المطالات، وانخفاضها إلى 94.11% في حالة حذف فرق السرعات، انخفاض دقة تشخيص الإصابة الشديدة من 100% في حالة المصفوفة الأصلية إلى 97.05% في كل من حالتي حذف مجموعة المطالات وحذف فرق السرعات.

الجدول (1)

الخوارزمية	الدقة %	Epoch
التدرج الموافق الموزون (SCG)	94.1	42
الانتشار الخلفي المرن (RP)	91.2	68
ليفينبرغ–ماركوارت (LM)	82.4	8

الجدول (2)

المقياس \ مصفوفة الدخل	الأصلية	بدون مطالات	بدون فرق سرعات
الحساسية (Sensitivity)	94.44	82.35	77.77
الخصوصية (Specificity)	93.75	94.11	93.75
الدقة الكلية (Overall accuracy)	94.11	88.23	85.29

الجدول (3)

الصفوف	الدقة %		
	المصفوفة الأصلية	بدون مطالات	بدون فرق سرعات
حالة سليمة	97.05	97.05	91.17
إصابة خفيفة	94.11	91.17	88.23
إصابة متوسطة	97.05	91.17	94.11
إصابة شديدة	100	97.05	97.05

الاستنتاجات:

- تشير نتائج الدراسة إلى فعّالية استخدام الشبكات العصبونيّة في عملية التصنيف حيث أظهرت جودة أداء كبيرة وأعطت دقة عالية في التشخيص.
- خوارزمية التدرج المترافق الموزون وخوارزمية الانتشار الخلفي المرن هما الأفضل في تطبيقات التعرف على الأنماط، أما خوارزمية ليفينبرغ-ماركوارت فهي لا تعطي أداءً جيداً في هذا النوع من التطبيقات وقد تكون مناسبة في تطبيقات تقريب الدوال.
- انخفاض دقة تشخيص المرض في حالة الاستغناء عن مجموعة المطالات، وانخفاضها بشكل أكبر في حالة الاستغناء عن فرق السرعات الحسية.
- تزداد أهمية مجموعة المطالات في تشخيص الحالات الأكثر خطورة وتقدم المرض بينما تبرز أهمية فرق السرعات الحسية في تشخيص بداية المرض.

ما قمنا به في هذا البحث وأنجزناه يتيح لنا العمل في المستقبل على الوصول إلى دقة تشخيص أعلى وذلك عن طريق:

- بناء عملية التشخيص على الدراسات المقارنة الحسية والحركية نظراً لعددها الكبير ودراسة تأثيرها لتحديد الدراسات الأكثر أهمية في عملية التشخيص.
- استخدام أنواع أخرى من الشبكات العصبونية أو استخدام تقنيات ذكاء صنعي هجينة لإمكانية الحصول على ميزات الطرق المستخدمة في التقنيات الهجينة وبالتالي زيادة دقة التشخيص.
- استخدام خوارزميات تدريب أخرى غير الخوارزميات الخاصة لمعرفة مدى تأثيرها على دقة التشخيص.

المراجع

1. *"Clinical Practice Guideline on The Diagnosis Of Carpal Tunnel Syndrome", (2007), The American Academy of Orthopaedic Surgeons Board of Directors.*
2. ***Ghasemi-rad, M., Nosair, E., Vegh, A., Mohammadi, A., Akkad, A., Lesha, E., Mohammadi, MH., Sayed, D., Davarian, A., Maleki- Miyandoab, T., Hasan, A.**,(2014)," A handy review of carpal tunnel syn- drome: From anatomy to diagnosis and treatment",World Journal of Radiology.*
3. ***Ibrahim,I., Khan,W.S., Goddard,N., Smitham,P.**,(2012)" Carpal Tunnel Syndrome: A Review of the Recent Literature", The Open Orthopaedics Journal,Vol.6.*
4. ***Amato, F., López, A., Peña-Méndez, E.M., Vaňhara, P, Hampl, A.**,(2013)," Artificial neural networks in medical diagnosis", Journal of APPLIED BIOMEDICINE, DOI: 10.2478/v10136-012-0031-x, ISSN 1214-0287.*
5. ***Ilbay,K., Übeyli,E.D., Ilbay,G., Budak,F.**,(2010),"Recurrent Neural Networks for Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome Using Electrophysiologic Findings", Journal of Medical Systems, Vol.34, No.4, 643-650, ISSN:0148-5598.*
6. ***Kunhimangalam, R.,Ovallath,S.,Joseph,P.K.**,(2012),"Artificial neural networks in the identification of peripheral nerve disorders" ,Journal of Mechanics in Medicine and Biology.*
7. ***Kunhimangalam, R.,Ovallath,S.,Joseph,P.K.**,(2013),"Computer aided diagnostic problem solving : identification of peripheral nerve disorders" ,IRBM ,pp.244-251.*
8. ***Kunhimangalam, R.,Ovallath,S.,Joseph,P.K.**,(2013)," A Novel Fuzzy Expert System for the Identification of Severity of Carpal Tunnel Syndrome",BioMed Research International, DOI: 10.1155/2013/846780.*
9. ***يوسف مخلوف**.(2014) "التشريح والفيزيولوجيا والتشريح الجزء الأول: التشريح" مطبعة جامعة دمشق.*
10. *http://emedicine.medscape.com/article/1285060overview&sa=U&ved=0CDMQFjAJahUKEwjerL_9NPIAhWC1hoKHU8uA6c&usg=AFQjCNGdynzLLYEJe6A9Db62yrM8rzJWtg*
11. *https://www.hss.edu/brachialplexuscenter-about.asp (21/01/2017)*
12. ***Werner,R.A.,Andary,M.**,(2011),"AANEM Monograph Electro-diagnostic Evaluation Of Carpal Tunnel Syndrome ", MUSCLE & NERVE, DOI: 10.1002/mus.22208 .*
13. *http://orthoinfo.aaos.org/topic.cfm?topic=a00005 (16/11/2015)*
14. *http://www.syr-res.com/article/11256.html(22/01/2017)*
15. *http://orthoinfo.aaos.org/topic.cfm?topic=a00005.(16/10/2015).*
16. *http://biology-forums.com/index.php?action=gallery;sa=view;id=8974 (24/01/2017).*
17. ***Jim Lewis,R.NCS.T**, "Carpal Tunnel Syndrome ,an overview" .*
18. *http://www.syr-res.com/article/3766.html (24/01/2017).*