فعالية استخدام التهوية الرئوية غير الراضّة في تدبير المشكلات التنفسية عند مرضى الشلل الرباعي

رنيم شحرور*

الملخص

خلفية البحث وهدفه: بيان مدى الفائدة السريرية والمخبرية لاستخدام تقنية التهوية الرئوية الميكانيكية غير الراضّة (NIV) بوصفها إحدى وسائل تدبير الاضطرابات التنفسية عند مرضى الشلل الرباعي الناجم عن أذيات النخاع الشوكي في المنطقة الرقبية.

ثمانية مرضى يعانون من حالة شلل رباعي ناجم عن أذيات في النخاع الشوكي، على مستوى محصور بين الفقرتين الرقبيتين الثالثة والسابعة ودرجة أذية بين A وC على مقياس الجمعية الأمريكية لأذيات النخاع الشوكي الذين أُخضعوا لتطبيق التهوية الرئوية غير الراضّة وذلك خلال المدة الواقعة بين 10/01/ 2009 و2009/04/30.

مواد البحث وطرائقه: أجريت الدراسة بالطريقة المستقبلية في قسم الطب الفيزيائي وإعادة التأهيل/شعبة أذيات النخاع الشوكي في مستشفى غارش الجامعي بباريس/ فرنسا. إذْ طبق الـــNIV باستخدام جهاز التهوية الرئوية الميكانيكية خلال الليل ومدة ساعتين صباحاً، وأجري تقييم كل من الأعراض السريرية وغازات الدم فضلاً عن تخطيط الوظيفة التنفسية قبل أسبوع وبعده وسطياً من تطبيق المعالجة التي استمرت بشكل دائم للمرضى حتى بعد انتهاء الدراسة.

النتائج: أظهرت النتائج تحسناً في مستوى قيم غازات الدم، لدى ستة من هؤلاء المرضى فضلاً عن تحسن الأعراض لدى المرضى جميعهم في حين لم تشاهد تغيرات مهمة في السعة الحيوية لدى معظم المرضى، كما بقيت عند المرضى جميعهم دون الحدود الطبيعية.

الاستنتاج: إن التهوية الرئوية الميكانيكية غير الراضّة لا تعدُّ علاجاً للمشكلات التنفسية عند مرضى الشلل الرباعي، وإنّما تعالج العقابيل الناجمة عن هذه المشكلات، كما تفيد في تجنب الاضطرابات الناجمة عن نقص الأكسجة الليلية، والكاربامية، والحماض.

الكلمات المفتاحية: التهوية الرئوية غير الراضّة، الشلل الرباعي، غازات الدم، الوظيفة التنفسية.

* ماجستير في الطب الفيزيائي وإعادة التأهيل، ديبلوم التأهيل الاختصاصي المعمق جامعة باريس الخامسة.

Effectiveness of the utilization of non-invasive ventilation in the treatment of respiratory complications in tetraplegic patients

Ranim Chahrour*

Abstract

Background& Objective: Evaluation of the clinical and laboratory efficiency of the utilization of non-invasive ventilation (NIV) in the treatment of respiratory complications in tetraplegic patients.

Patients: Eight patients with tetraplegia du spinal cord injuries between C3 and C7 and a level between A and C on ASIA score, who were treated by non-invasive ventilation during the period between 01/10/2009 and 30/04/2010.

Materials & Methods: A prospective study was done in the department of physical medicine and rehabilitation /spinal cord injuries unit, CHU Garche/Paris, the NIV was used during the night and 2 hours in the morning. The gazometry, respiratory function exploration, and clinical status, of each patient were evaluated before and after an average of one week of the utilization of the treatment with NIV, Knowing that we continued to use this treatment after the end of this study.

Results: Amelioration in the blood gaze levels in six of patients and in the clinical status in all patients was remarked, whether no important changes were noticed in the vital capacity in most of patients which remained under the normal levels.

Conclusion: Non-invasive ventilation is not an etiological treatment, it is used to treat the consequences and respiratory complications in tetraplegic patients, and it's used to prevent the nocturnal hypoxia, acidose, and hypercapnia.

Key words: Non invasive ventilation, tetraplegy, gazometry, respiratory function exploration.

* MD. Physical Medicine and Rehabilitation. AFSA. University Paris 5.

مقدمة:

يبدأ السبيل التنفسي من الأنف والفم وينتهي بالرئتين حيث توجد الأسناخ الرئوية التي تشكل أماكن التبادل الغازي. ينقسم إذاً السبيل التنفسي إلى جزء ناقل للهواء لا يشارك بالتبادل الغازي ويسمى تشريحياً بالحيز الميت ويقدر حجمه بـــ 150مل، ومنطقة التبادل الغازي ويقدر سطح التبادل بـــ50إلى 100م2 [1]. ومن الممكن اختبار الوظيفة التنفسية باستخدام أجهزة خاصة تسمح بقياس الحجوم الهوائية والسعات التنفسية فضلاً عن الرتم التنفسي خلال الدورة التنفسية للشخص، ويسمى هذا الإجراء باختبار وظائف الرئة Respiratory function exploration[2].

أمَّا بالنسبة إلى ميكانيكية التنفس فإنها تحدث نتيجةً لحركة القفص الصدري مترافقةً مع حركة الرئتين ضمنه؛ وذلك نتيجة تقلص العضلات التنفسية وهي (الحجاب الحاجز والعضلات الوربية، فضلاً عن العضلات التنفسية المساعدة والعضلات البطنية) [3]

كثيراً ما تواجَه المشكلات التنفسية عند مرضى الشلل الرباعي الناجم عن أذية على مستوى الفقرات الرقبية، إذْ يتميّز التنفس لدى هؤلاء المرضى بوجود نقص في السعة التنفسية الرئوية، ويعود ذلك إلى شلل العضلات التنفسية الناجم عن أذية العصبون المحرك العلوي (C3,4,5)، الذي يترافق مع أخماج رئوية تتسبب بدورها بحدوث أذية في البرانشيم الخلوي الرئوي مما يؤثر في استطاعة الامتلاء الرئوي [5-8]. كما تحدث أذية على مستوى السورفاكتانت تؤدي إلى تغير الخصائص الميكانيكية للرئتين وتزيد من النقص في سعة الامتلاء أيضاً[9]. هذا لأنَّ الصلابة الناجمة عن النقص الوظيفي للعضلات التنفسية بالإضافة إلى التشنجية يؤدي أيضاً إلى نقص سعة الصدر عموماً [10,11,12].

وتتسبب هذه العوامل بحدوث ما يسمى بالتناذر الحاصر (restrictive syndrome) الذي يتميّز بنقص السعة الحيوية VC حتى 20-50%. ونقص التهوية وفرط الكاربمية (hypercapnia) [9]. وعند اتخاذ وضعية الاضطجاع تندفع الأحشاء باتجاه الأعلى تحت تأثير الجاذبية مما يزيد من المشكلة المسببة فيزداد فرط الكاربمية الليلي والصداع الصباحي، فضلاً عن النعاس خلال النهار[12,13] واضطرابات النوم التي تعدُّ من العلامات المميزة لنقص التهوية الناجم عن الاضطرابات التنفسية المزمنة[12]، وهذا ما يعاني منه عادة مرضى الشلل الرباعي خاصة أن وضعية الاضطجاع هي الوضعية الأكثر اتخاذاً بالنسبة إليهم.

وتعدُّ التهوية الميكانيكية غير الراضّة Non-invasive ventilation (NIV)وسيلة مساعدة تقوم على دفع الهواء عبر الأنف و/أو الفم إلى الرئتين إذْ يتألف الجهاز من ضاغط بسيط للهواء النقي الذي يقوم بدفعه عبر قناع وجهي أو أنفي مناسب للمريض وتحت ضغط يضبط تجريبياً بما يتناسب وعمر المريض وحالته الإمراضية دون أية تعديلات على نسب الغازات في الهواء المدفوع، ويجري اللجوء إليها بشكل خاص في التدبير التأهيلي عادة عند الحاجة لتحسين التهوية الرئوية عند مرضى الأذيات العصبية العضلية (Neuro-muscular diseases)[14].

هدف الدراسة وأهميتها:

هناك القليل من الدراسات التي تتناول الـــNIV سواء من حيث تأثيراتها وطرائق تطبيقها وأنواعها [14]، وخاصةً تلك التي تتناول تطبيقاتها لدى مرضى الشلل الرباعي، لذلك فقد رأينا ضرورة دراسة التأثيرات السريرية والمخبرية لهذا الإجراء الطبي لما له من فوائد مثبتة في الدراسات التي أجريت عليه في مجال الأمراض الصدرية، فضلاً عن أنه إجراء مريح نسبياً للمريض وقليل التكلفة ولا يحتاج إلى مراقبة لصيقة للمريض، كما يمكن متابعة تطبيقه في المنزل[14] بعد تخريج المريض في قسم الطب الفيزيائي وإعادة التأهيل.

المواد والطرائق:

عينة الدراسة: أجريت هذه الدراسة المستقبلية على ثمانية مرضى (23-48 عاماً، 3نساء) من مجموع الحالات السريرية المقيمة أو التي قبلت في أثناء مدة إجراء الدراسة في وحدة تأهيل أذيات النخاع الشوكي، وتعاني من أذية في الجزء من النخاع الشوكي الرقبي المحصور بين C3 و C7 مع درجة أذية بين A وC على مقياس ASIA (مقياس الجمعية الأمريكية لأذيات النخاع الشوكي) على أن يثبت وجود اضطرابات تنفسية وتناذر حاصر مشخص عبر دراسة الوظيفة التنفسية لديها. وذلك خلال المدة الواقعة بين2009/10/01و2010/04/30. في قسم الطب الفيزيائي وإعادة التأهيل العصبي وحدة أذيات النخاع الشوكي في مستشفى غارش التابعة لمجموعة مستشفيات باريس الجامعية.

استثنني كافة المرضى الذين قبلوا مسبقاً في القسم ولم يخضعوا لإجراء دراسة وظائف الرئة قبل المباشرة بتطبيق الـــNIV، وإنّما طبقت فقط بناءً على معايرة غازات الدم، كذلك استثنيت الحالات التي لم يُجْرَ لها دراسة للتنفس في أثناء النوم.

التداخل الطبي:

طبِّق الـــNIV باستخدام جهاز التهوية الرئوية الميكانيكية خلال الليل ومدة ساعتين صباحاً فقط (وسطياً 9ساعات يومياً)، وضبط ضغط الجهاز بما يتناسب وعمر المريض وحالته، ومن ثم عدّل حجم الهواء المدفوع وضغطه بشكل يؤمن أكبر قدر من الراحة للمريض. وأجريت دراسة لكل من الأعراض السريرية وغازات الدم فضلاً عن استقصاء وظائف الرئة قبل أسبوع وسطياً من تطبيق المعالجة بالتهوية الرئوية وبعده التي استمر تطبيقها بشكل دائم للمرضى حتى بعد انتهاء الدراسة هذا فضلاً عن إجراء دراسة التنفس في أثناء النوم للمرضى جميعهم قبل تطبيق المعالجة.

نتائج الدراسة:

تناولت الدراسة ثمانية مرضى (3 سيدات) راوحت أعمارهم بين 48 سنة و23 سنة (35,5±8,78 سنة) معظم الإصابات حققت درجة أذية A على مقياس ASIA (6 مرضى)

المريض الأول: سيدة بعمر 42 سنة شلل رباعي C3 ASIA C تعاني من أذية رضية ناجمة عن وضع بديل صنعي للفاصل الرقبي C3-C4 مضى على إصابتها عامان.

المريض الثاني: رجل بعمر 52 سنة شلل رباعي C4 ASIA A ناجم عن استئصال ورم الخلايا النجمية Astrosytome مضى على إصابته 19 عاماً، ويعاني من انقطاع تنفس في أثناء الكلام (تقطع كلام). ويعاني من نقص في الإشباع الأوكسجيني في أثناء الليل nocturnal hypoxia.

المريض الثالث: رجل بعمر 23 عاماً شلل رباعي C7 ASIA A ناجم عن أذية رضية منذ 3 سنوات (حادث سير مترافق مع رض صدري قوي). ولديه رض صدري قوي يشكل عاملاً إضافياً لحدوث أذيات إمراضية رئوية متكررة. ويظهر تخطيط التنفس في أثناء النوم وجود تناذر انقطاع تنفس في أثناء النوم شديد، كما يعاني مع نقص إشباع أوكسجيني في تحليل غازات الدم.

المريض الرابع: رجل بعمر 42 سنة شلل رباعي C3 ASIA A رضي المنشأ (غطس في ماء قليل العمق) مضى على إصابته 29 عاماً. يظهر تخطيط التنفس في أثناء النوم وجود نوب انقطاع تنفس في أثناء النوم مع صلابة رغامية.

المريض الخامس: سيدة بعمر 35 عاماً شلل رباعي C5 ASIA A رضي المنشأ (سقوط من مرتفع في أثناء التزلج) مضى على إصابتها 7سنوات. ولا يظهر تخطيط التنفس في أثناء النوم وجود اضطرابات.

المريض السادس: سيدة بعمر 39 عاماً شلل رباعي C7 ASIA B رضي المنشأ (سقوط من شاهق) مضى على إصابتها 3 سنوات ويظهر تخطيط التنفس في أثناء النوم وجود نوم متقطع.

المريض السابع: شاب بعمر 26 عاماً شلل رباعي C4 ASIA A رضي المنشأ (سقوط من مرتفع بعد تناول دواء منوم) ويظهر تخطيط التنفس في أثناء النوم وجود نوب انقطاع تنفس.

المريض الثامن: رجل بعمر 49 عاماً مصاب بشلل رباعي C4 ASIA A رضي المنشأ ويظهر تخطيط التنفس في أثناء النوم وجود نوب انقطاع تنفس.

يلخص الجدول رقم 1 طبيعة الإصابة ومستواها لدى المرضى كافةً.

الجدول رقم 1				
المريض	الجنس	السن (سنة)	مستوى الأذية	مقياس ASIA
1	سيدة	42	C3	C
2	رجل	42	C4	A
3	رجل	23	C7	A
4	رجل	29	C3	A
5	سيدة	35	C5	A
6	سيدة	39	C7	B
7	رجل	26	C4	A
8	رجل	48	C5	A

يلخص الجدول رقم2 التبدل في طبيعة الأعراض عند كل مريض قبل تطبيق التهوية الرئوية(NIV) وبعدها.

الجدول رقم 2		
	الأعراض قبلVNI	الأعراض بعدVNI
مريض1	صداع نهاري وتعب	تحسن الصداع
مريض2	صداع، تعب صباحي، نوم ذو طبيعة متقطعة.	تحسن في حالة التعب وتحسن في طبيعة النوم
مريض3	صداع، تعب ونعاس خلال النهار	تناقص شدة التعب وتحسن حالة الصداع وطبيعة النوم
مريض4	تقطع كلامي، نعاس نهاري، اضطرابات نوم	تحسن في الأعراض كلّها
مريض 5	صداع صباحي، نعاس نهاري	تحسن قي كل من حالة الصداع والنعاس
مريض 6	تعب نهاري واضطرابات نوم	تحسن حالة التعب ونوعية النوم
مريض 7	تقطع كلامي، نعاس نهاري، صداع	تحسن طريقة الكلام تحسن حالة الصداع والتعب
مريض 8	نوب نوم خلال النهار مع تعب واضطرابات نوم خلال الليل	تحسن طبيعة النوم خلال الليل، مع تحسن حالة التعب النهاري.

قمنا بتقييم مستوى حموضة وغازات الدم قبل تطبيق التهوية الرئوية وبعدها ويظهر الجدول رقم3 مقارنة بين هذه المستويات قبل تطبيق الـــ NIV وبعده.

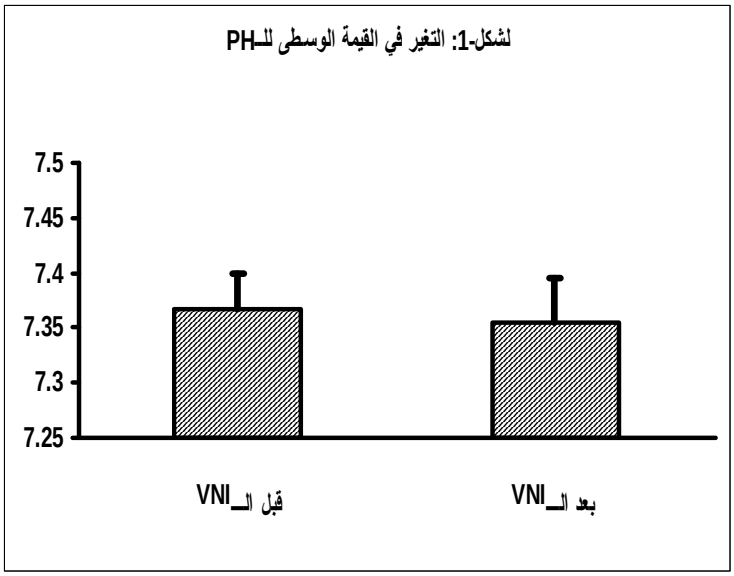
الجدول رقم 3

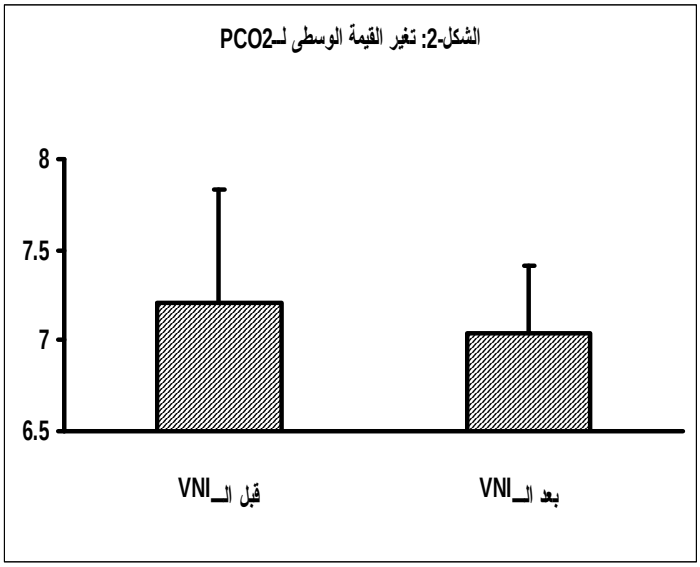
	قبلVNI			بعدVNI		
	PH (n:7,38-7,42)	PCO2 (n:5.00-5,60)	PO2 (n:12.0-13,3)	PH (n:7,38-7,42)	PCO2 (n:5.00-5,60)	PO2 (n:12.0-13,3)
مريض1	7,34	7,48	12.5	7.34	7,44	11,2
مريض2	7,34	8,05	9,3	7,40	6,75	13,7
مريض3	7,41	6,68	11,8	7,40	6,41	13,2
مريض4	7,36	6,53	11,2	7,33	7,13	16,5
مريض 5	7,35	6,61	10,9	7,33	7,11	14,7
مريض 6	7,38	7,45	12,2	7,32	7,13	15,1
مريض 7	7,34	6,87	11,5	7,31	6,80	14,3
مريض 8	7,42	8,01	10,9	7,39	7,56	12,4

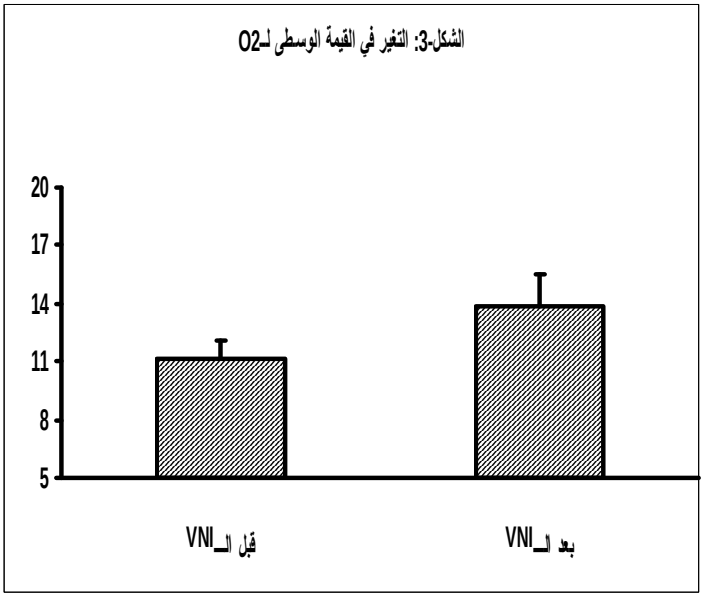
يوضح الجدول رقم 4 مقارنة في طبيعة الوظيفة التنفسية قبل تطبيق الـــNIV وبعده؛ وذلك من خلال دراسة الوظيفة التنفسية RFE مخبرياً.

الجدول رقم 4						
	قبلVNI			بعدVNI		
	CV	PIMax Cm H2O	PEMax Cm H2O	CV	PIMax Cm H2O	PEMax Cm H2O
مريض1	12%	9	5	18%	6	6
مريض2	43%	31	25	44%	28	34
مريض3	34%	53	42	38%	60	57
مريض4	31%	52	17	35%	73	32
مريض 5	39%	33	30	40%	36	32
مريض 6	40%	42	48	44%	54	51
مريض 7	31%	50	46	32%	47	46
مريض 8	22%	43	28	25%	48	33

لوحظ وجود تناقص في مستويات غاز ثاني أوكسيد الكربون (PCO2) عند 6مرضى من أصل 8 (وسطياً من7,21±0,62 قبل تطبيق الـــNIV إلى 7,04±0,37 بعد تطبيق الـــNIV) مع ازدياد مستويات الأوكسجين (PO2) عند المرضى كافةً (وسطياً من11,11±0,92 قبل تطبيق الـــNIV إلى 13,88±1,65 بعد تطبيق الـــNIV) وتناقص في القيمة الوسطية لحموضة الدم (PH) (من 7,3±0,04 قبل تطبيق الـــNIV إلى7,35± 0,03بعد تطبيق الـــNIV). مع ملاحظة أن مستوى غازات الدم أصبح طبيعياً في أثناء التطبيق الفعلي للـــNIV. توضح الأشكال 1و2و3 التغيّرات في القيم الوسطية لغازات الدم وحموضة الدم في العينة المدروسة.







أمَّا على مستوى الـــRFE فلم يلاحظ وجود أي تحسن في السعة الحيوية (VC)، كما لم يلاحظ تحسن حقيقي على مستوى كل من ضغط هواء الشهيق الأقصى PIMax وضغط هواء الزفير الأقصى PEMax لدى المرضى جميعهم.

على مستوى الأعراض: حدث تحسن في الأعراض العامة لدى المرضى كافةً من حيث الصداع الصباحي والنعاس النهاري وتقطع النوم والتقطع الكلامي.

المناقشة:

عادة ما تستخدم التهوية الرئوية الميكانيكية غير الراضّة لمعالجة حالات الفشل التنفسي الناجم عن أذيات رئوية، أو حتى عن وجود اضطرابات تنفس ناجمة عن البدانة [15,16]. وقد أظهرت الدراسات المجراة على تأثير الـــNIV في مختلف الحالات السريرية وجود تحسن في مستويات غازات الدم وفي طبيعة النوم [16,17,18]، وهذا ما يتفق مع نتائج دراستنا على الرغم من اختلاف الإمراضية .

ولوحظ في بعض الدراسات وجود تحسن طفيف في سرعة الشهيق وضغط الشهيق الأقصى في بعض إصابات القصور التنفسي، في حين أننا لم نجد في دراستنا وجود أي اختلاف يذكر على مستوى المعايير المذكورة، غير أننا نبيّن وجود فرق في مدة المتابعة بعد تطبيق المعالجة بالـــNIV التي استمرت سنتين في إحدى الدراسات المقارنة فضلاً عن اختلاف الإمراضية؛ وهذا ما قد يبرر اختلاف النتائج [18,19].

كما تناولت بعض الدراسات تطبيقات الـــNIV لمعالجة الاضطرابات التنفسية الناجمة عن الحثول العضلية أو التصلب الجانبي الضموري، وقد وجد أن هذه الوسيلة تعدُّ مفيدة في تحسين الحالة العامة للمرضى وإطالة مدة البقاء لديهم على أن يترافق ذلك بمجموعة الإجراءات الفيزيائية والتأهيلية القائمة على تشجيع السعال والقرع والكلام، وهذا ما يطبَّق عادة للمرضى جميعهم المقبولين في أقسام الطب الفيزيائي وإعادة التأهيل عند وجود اضطرابات تنفسية [20,21,23]. كما وجدت دراسة أقيمت في أحد أقسام الطب الفيزيائي وإعادة التأهيل على مجموعة من المرضى المصابين بقصور في الوظيفة التنفسية عموماً أن تطبيق الـــNIV الليلي يؤدي إلى تحسين طبيعة الحياة اليومية لهؤلاء المرضى فضلاً عن مستويات غازات الدم والنشاط اليومي للمريض، تتفق هذه الدراسة مع دراستنا من حيث موعد تطبيق المعالجة والإجراءات التأهيلية المرافقة[24]. أمَّا من حيث الدراسات المطبقة على مرضى أذيات النخاع الشوكي عامة والشلل الرباعي خاصةً فهي قليلة جدّاً بل ونادرة، إذْ أظهرت دراسة مطبقة على مرضى الشلل الرباعي أن تطبيق الـــNIV يعدُّ مهماً لدى هؤلاء المرضى عند إصابتهم بمشكلات تنفسية؛ وذلك عند تطبيقها بشكلها المتقطع[25].

التوصيات:

لم نتناول في دراستنا طبيعة التهوية الرئوية المطبقة من حيث التهوية المتقطعة أو المستمرة، كما تعدُّ العينة صغيرة؛ وذلك لأنَّ الدراسة أجريت على مراجعي القسم خلال مدة قصيرة لم تتجاوز الستة أشهر التي تعدُّ مدة قصيرة، كما لم تستقصَ وظائف الرئة والوظيفة التنفسية في أثناء النوم لدى كثير من حالات الشلل الرباعي التي راجعت القسم، مما سبب استثناءها من الدراسة، كذلك لم تتابع الدراسة تطور حالات المرضى على المدى الطويل بعد البدء بتطبيق الـــNIVمما لا يوضح تأثيراتها بعد مدة طويلة.

لذلك نوصي بزيادة حجم عينة الدراسة من خلال إجراء دراسات مستقبلية أطول مدة، أو أن تشمل الدراسة أكثر من قسم طب فيزيائي وإعادة تأهيل. كما نوصي بإجراء دراسة مقارنة بين نوعي التهوية المستمرة والمتقطعة، فضلاً عن إجراء متابعة لحالات المرضى حتى بعد أن يتخرجوا في القسم.

الاستنتاج:

لا تعدُّ الـــ NIV وسيلة معالجة للإمراضية المسببة للتناذر التنفسي الحاصر عند مرضى الشلل الرباعي، غير أنها يمكن أن تعالج العقابيل الناجمة عن الاضطراب التنفسي الحاصل عند هؤلاء المرضى، وتعدُّ هذه الطريقة مفيدة في: تحسين مستوى الإحساس بالراحة عند المريض. وتجنب العقابيل التي قد تنجم عن نقص الأكسجة الليلية، الحماض وفرط الكاربامية. كما أنه من المهم جداً مراقبة المشكلات التنفسية التي تواجه مرضى الشلل الرباعي الناجم عن أذيات النخاع الشوكي العلوية وتتبع نتائجها؛ وذلك لتجنب العقابيل التي قد تنتج عنها.

References

1. Robert Brown, MD, Anthony F DiMarco, MD, Jeannette D Hoit, PhD CCC-SLP, and Eric Garshick, MD MOH, Respiratory Dysfunction and Management in Spinal Cord Injury. Respir Care. 2006 August ; 51(8): 853–870.
2. Gregory J. Schilero, David R. Grimm, William A. Bauman, Roberta Assessment of Airway Caliber and Bronchodilator Responsiveness in Subjects With Spinal Cord Injury. Chest 2005;127;149-155.
3. Launois – Rollinat S. – Physiologie du système respiratoire. Laboratoire du sommeil, CHU Grenoble. Janvier 2006.
4. Dr Anouk Dematteo. Physiologie de l'apnée1- Notions de physiologie respiratoire Université de Rennes 1, Faculté de Médecine, 2006. 22 juin 2006
5. Bergofsky EH. Cor pulmonale in the syndrome of alveolar hypoventilation. Prog Cardiovasc Dis 1967; 9:414-37
6. O'Donohue WJ. Maximum volume IPPB for the management of pulmonary atelectasis. Chest 1979; 76:683-87
7. Estenne M, De Troyer A. The effects of tetraplegia on chest wall statistics. Am Rev Respir Dis 1986; 134:121-24
8. Bach JR, Alba AS. Management of chronic alveolar hypoventilation by nasal ventilation. Chest 1990; 97:52-7
9. J R Bach. respiratory muscle aids. Part 1: The inspiratory Update and perspectives on noninvasive aids Chest 1994;105;1230-1240
10. Inkley SR, Oldenburg FC, Vignos PJ Jr. Pulmonary function in Duchenne muscular dystrophy related to stage of disease. Am J Med 1974; 56:297-306
11. Day R, Goodfellow AM, Apgar V, Beck CJ. Pressure-time relations in the safe correction of atelectasis in animal lungs. Pediatrics 1952; 10:593-602
12. Forner JV. Lung volumes and mechanics of breathing in tetraplegics. Paraplegia 1980; 18:258–266.
13. Anthony E. Chiodo, MD; William Scelza, MD; Martin Forchheimer, Predictors of Ventilator Weaning in Individuals With High Cervical Spinal Cord Injury. J Spinal Cord Med. 2008;31:72–77 .
14. Modalités pratiques de la ventilation non invasive en pression positive, au long cours, à domicile, dans les maladies neuromusculaires AFM – HAS (Service des recommandations professionnelles) Mai 2006
15. Mann C, Bar W. Severe bronchopulmonary dysplasia improved by noninvasive positive pressure ventilation: a case report. J Med Case Reports. 2011 Sep 6;5(1):435
16. Borel JC, Tamisier R, Gonzalez-Bermejo J. Noninvasive Ventilation in Mild obesity hypoventilation syndrome: A randomized controlled trial Chest. 2011 Sep.
17. Lukácsovits J, Carlucci A, Hill N, Ceriana P. Physiological changes during low and high "intensity " noninvasive ventilation. Eur Respir J. 2011 Sep.
18. Duiverman ML, Wempe JB, Bladder G. Two-year home-based nocturnal noninvasive ventilation added to rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease patients: a randomized controlled trial. Respir Res. 2011 Aug 23;12(1):112
19. Momii H, Tashima Y, Kadokami T. Experience of step-wise protocol using noninvasive positive pressure ventilation for treating cardiogenic pulmonary edema. Eur J Emerg Med. 2011 Aug 22.
20. Ishikawa Y, Bach JR. Physical medicine respiratory muscle aids to avert respiratory complications of pediatric chest wall and vertebral deformity an muscle dysfunction. Eur J Phys Rehabil Med. 2010 Dec;46(4):581-97.
21. Bach JR, Martinez D. Duchenne muscular dystrophy: continuous noninvasive ventilatory support prolongs survival. Respir Care. 2011 Jun;56(6):744-50. Epub 2011 Feb 11.
22. Sancho J, Servera E, Bañuls P, Marín J. Prolonging survival in amyotrophic lateral sclerosis: efficacy of noninvasive ventilation and uncuffed tracheostomy tubes. Am J Phys Med Rehabil. 2010 May;89(5):407-11.
23. Bach JR. Amyotrophic lateral sclerosis: prolongation of life by noninvasive respiratory AIDS. Chest. 2002 Jul;122(1):92-8.
24. Köhnlein T, Schönheit-Kenn U, Winterkamp S. Noninvasive ventilation in pulmonary rehabilitation of COPD patients. Respir Med. 2009 Sep;103(9):1329-36
25. Bach JR, Hunt D, Horton JA 3rd. Traumatic tetraplegia: noninvasive respiratory management in the acute setting. Am J Phys Med Rehabil. 2002 Oct;81(10):792-7.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2011/9/12.

تاريخ قبوله للنشر 2012/2/6.