الفصل الثالث

تقييم الدهليز
Vestiblar Evaluation

ما هو فحص الوقفة الحركية بالحاسوب؟

يُعدُّ التوازن والحركة مهامًا معقدة، تشمل التنسيق بين العديد من الأجهزة التي تعمل معًا في تناغم. وفحص الوقفة الحركية بالحاسوب يُقيِّم قدرة المريض على استعمال هذه الاجهزة معًا أو منفردة. وخلال هذا الفحص، يتم تقييم عمل التوازن العمودي (الانتصاب)، كما يتمُّ تحديد القصور الوظيفي للمريض. ويتم إنجاز هذا من خلال مهام تحاول إثارة حالات تُواجه في الحياة اليومية، خلافًا لفحوصات تخطيط العين بالفيديو والكرسي الدوار، الذي يُنظر في المقام الأول إلى الانعكاس الدهليزي العيني الأفقي. ويتفرَّد فحص الوقفة الحركية بالحاسوب في محاولاته لتقييم وظيفة الانعكاس الدهليزي الفقري، إضافة إلى الإشارات البصرية والإحساس الجسدي. وعلاوة على ذلك، يتأثَّر أداء الوقفة الحركية بالحاسوب بالمعلومات التي تزودها القنوات العمودية شبه الدائرية وأعضاء الحصية الأذنية (Furman,1995).

وللقيام بالفحص، يقف المريض على منصة قسرية محاطة من الجهات الثلاث بحاجز، والذي يحصر نظر المريض. وتحتوي المنصة القسرية على منصة لموضع

للقدمين، مدعمة بخمس حواس قسرية، تكشف الإجهاد من قدمي المريض على طول المحاور الأفقية والعمودية (Equi Test, inetranational, neuro com. Iationa Inc, inetranational , Clackamas, Oregon: See Neuro com Interan nure com. 2000).

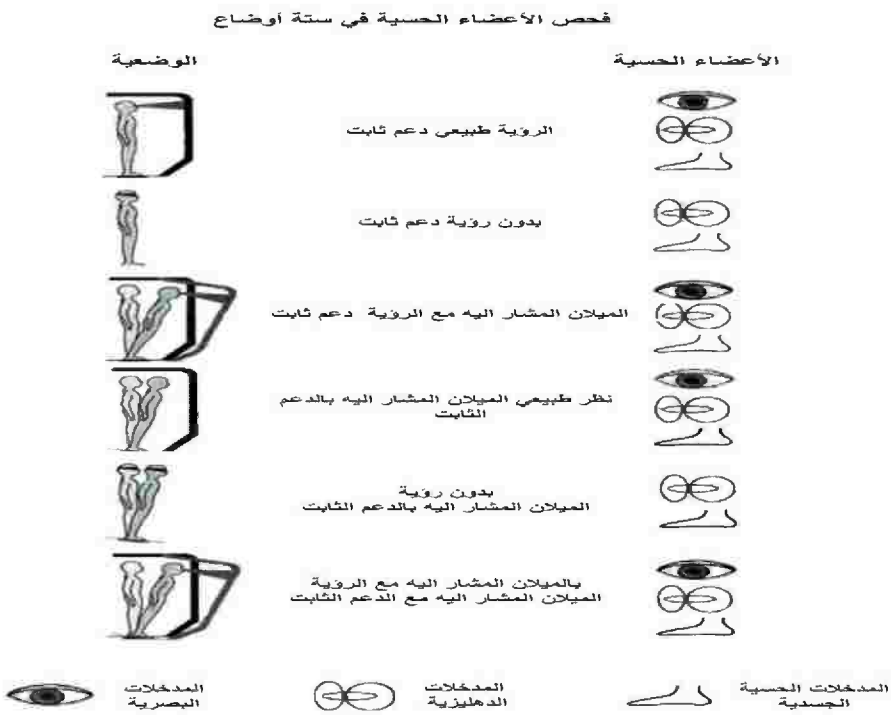
ويمكن استعمال نتائج الفحص لقياس وتمييز الخلل في الأجهزة الحسية، والحركية، والمركزية إضافة إلى المساعدة في تأهيل المريض (Nashner,2008). كما يمكن أن تُقدِّم أيضًا نظرة بخصوص الحالة الحالية للتعويض المركزي للمرضى الذين لديهم إصابة دهليزي محيطة أحادية الجانب، أو فقدان سمع ثنائي. وإضافة إلى ذلك، يمكن تعيين المرضى الذين يُشتبه أن يكون لديهم مبالغة في الأعراض.

ما فحص الأعضاء الحسية؟

أثناء فحص الأعضاء الحسية، يحاول المريض المحافظة على التوازن تحت ستِّ حالات مختلفة، تدمج مجموعات مؤتلفة من المساندة السطحية، وحركة البصر المطوقة، وتأثير استعمال الرؤية، والدهليز، والمعلومات الجسدية الحسية المزودة، بالإضافة إلى التكامل الحسي الملائم، وجهاز عضلي هيكلي سليم؛ وجميعها مطلوبة للقيام بالفحص على الوجه الأفضل (Nashner,2008).

وهنـاك ستِّ حالات مع ثلاث محاولات لكل حالة كحدٍّ أعلى، (الشكل رقم ٣,١): حالة رقم (١) بيئة الرؤية والمنصة ثابتة. ويكون لدى المريض مدخل للمداخل الثلاثة؛ للمحافظة على التوازن. الحالة رقم (٢) المنصة ثابتة، وعيون المريض مغلقة، ويجب أن يعتمد المريض على المعلومات المزودة من الجهاز الدهليزي، والمعلومات الجسدية الحسية؛ للحفاظ على التوازن. الحالة رقم (٣) المنصة ثابتة، ولكن البصر المطوق يتحرك منسجمًا مع التمايل المرجعي للمريض، ويعطي مزودًا بصريًّا مشوشًا. ويُقيِّم هذا ما مدى إهمال المريض للمزود الزائف من الجهاز البصري، واستعمال الجهازين الآخرين. الحالة رقم (٤) المحيط ثابت، لكن المنصة تتمايل. وتحت هذه الحالة، يعتمد المريض في المقام الأول على المزودات البصرية والدهليزية. الحالة رقم

(٥) المنصة تتأرجح، وعيون المريض مغلقة. وعلى المريض أن يعتمد في المقام الأول على المعلومات الواردة من الدهيلز؛ لأن المعلومات الجسدية الحسية والبصرية الواردة تكون مشوهة. الحالة رقم (٦) المنصة والمحيط كلاهما يتأرجحان. وعلى المريض أن يعتمد على المعلومات الدهيلزية، وإهمال المعلومات البصرية والجسدية الحسية الزائفة.



في حالة اختبار تشير إلي مدخلات التأثير المشار إليه إما الدعم السطحي المحيط البصري كليهما سوف يتحركا استجابة إلي الميلان المقاس من قبل المريض وهذا ليس اضطراب أو حركة عشوائية بل الحركة تحدث نتيجة ميلان المريض وتؤدي إلي معلومات حسية خاطئة للمريض

الشكل رقم (٣,١) .فحص تنظيم الحس –٦ حالات. يقف المريض على منصة قسرية، والبصر محاط من ثلاثة جوانب؛ لسد مجال النظر. وكل محاولة تُصبح أكثر صعوبة تصاعديًّا. وتكون المنصة ثابتة في المحاولات الثلاث الأولى، ومتأرجحة في المراحل الثلاث الأخيرة. والمحيط متأرجح في المحاولة ٣ و ٦، ولا يُستخدم البصر في المحاولة ٢ و٥.

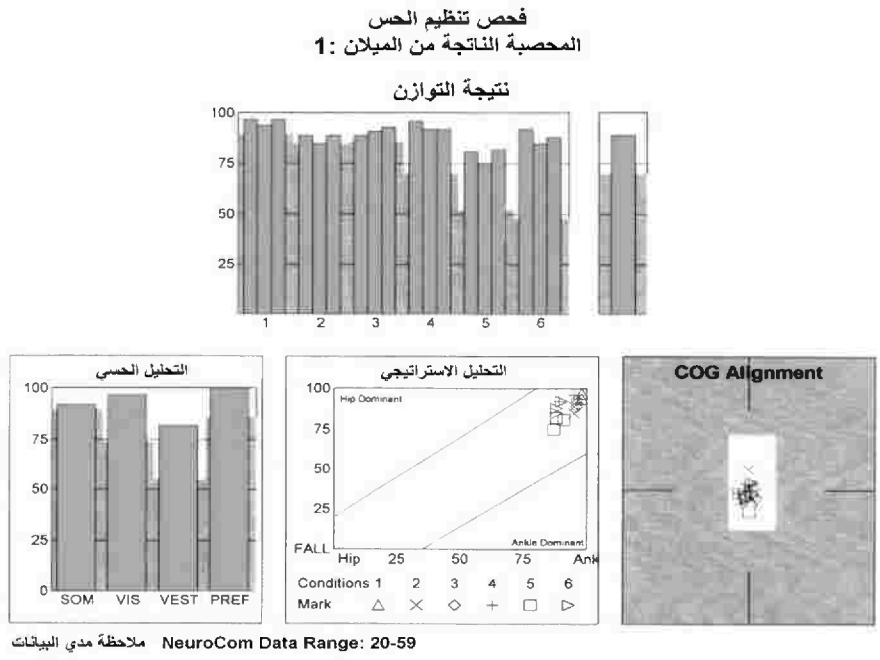
وعقب كل فحص للأعضاء الحسية، يتم احتساب نقاط التوازن، الشكل رقم (٢,٣). وتمثِّل نقاط التوازن مقدار الحد الأعلى من التأرجح الأمامي الخلفي الذي حدث خلال كل محاولة (NeuroComInternatioal,2000). وإحراز النقاط الأعلى المحتمل هو١٠٠ (الذي سيكون مؤشرًا على عدم التأرجح)، وإحراز النقاط الأدنى المحتملة، ستكون صفرًا (سقوط أو خطوة). إن المقدار الأكبر للتأرجح الأمامي الخلفي خلال المحاولة، عندما يكون إحراز النقاط أقرب للصفر. وإذا وضع المشغل علامات بأن المحاولة هي سقوط، فإن كلمة سقوط سوف تظهر على المخطط، وإن إحراز نقاط هذه المحاولة هو صفر (NeuroComInternational,2000). والصيغة التي يتم فيها احتساب نقاط التوازن، كما يلي:

$$\text{التوازن} = Equilibrium = \frac{12-50-(\Theta\max-\Theta\min)}{12-50} * 100$$

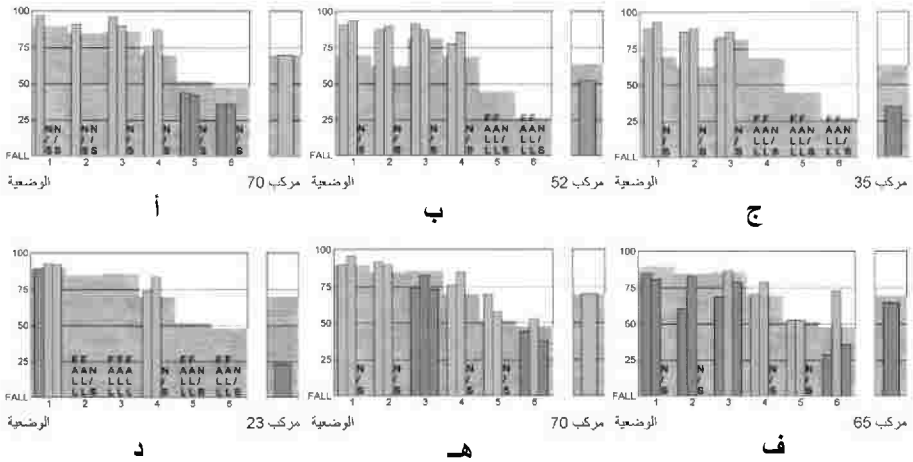
و١٢،٥ درجات، هو الحدُّ الطبيعي لثبات التأرجح، ويمثِّل صفر مركز جاذبية زاوية التأرجح الأمامي الخلفي (NeuroCom International,2000). وتظهر النقاط التي تم إحرازها على المخطط ضمن النظام، وتقارن مع البيانات المعيارية المتوافقة مع العمر. والنقاط التي تتجاوز المنطقة المظللة على المخطط تعدُّ ضمن الحدود الطبيعية، وتظهر بخط آخر على المخطط. وتلك النقاط التي تقع ضمن المنطقة المظللة، تعدُّ خارج الحدود الطبيعية، وكذلك يتم احتساب النقاط المؤلفة للتوازن، ويتم احتساب نقاط التوازن على النحو التالي) أ: (معدل نقاط الحالة ١ و ٢ كل حالة بمفردها) ب: (إضافة معدل نقاط الحالتين إلى نقاط التوازن لكل محاولة لحالات الإحساس ٣، و٤، و٥، و٦)ج: يقسِّم المجموع على عدد مرات المحاولات .NeuroComInternational,2000,p (SOT-7). ويكون الضعف الحسي المحدد للتوازن مصحوبًا بنماذج متعددة من فحص

عمل الأعضاء الحسية، (الشكل رقم ٣,٤). ويشير نقص فحص عمل الأعضاء الحسية ٥ و٦ إلى نموذج خلل وظيفي دهيلزي (Nashner2008). ويمكن لهؤلاء المرضى أن يكون لديهم خلل وظيفي غير معوض، أحادي الجانب أو ثنائي الجانب. والمرضى الذين لديهم فقدان ثنائي، ربما يظهر سقوط مبكر في فحص الأعضاء الحسية ٥و٦ (Goebel, White & Heidenreich 2009)، وهو مؤشر على نموذج الفقدان الدهيلزي، الشكل رقم (٤,٣). ويشير نقص ٤، ٥ و٦ إلى نموذج الاعتماد على السطح المساند (اعتماد جسدي حسي)، كما يُشير إلى خلل في استعمال معلومات التوازن الدهيليزي البصري. ونقص فحص الأعضاء الحسية ٣و٦ يُشار إليه كنموذج تفضيل بصري. وربما يكون لدى هؤلاء المرضى خلل في استخدام المعلومات الجسدية الحسية والدهليزية الواردة، وربما يكون لدى هؤلاء المرضى خلل في آليات التبني المركزي لإخماد المعلومات البصرية الواردة. ويتميَّز النموذج غير الفسيلوجي بأنه أحد النماذج الذي يؤدِّي المريض فيها أفضل في الحالات الأكثر صعوبة، أو عندما يكون هناك تنوُّع كبير خلال الفحص (Nashner, 2008). وربما يمثِّل هذا خللًا وظيفيًّا شاملًا لدى المريض الذي كانت ملاحظته قبل الفحص توحي بمقدرة وظيفية عالية المستوى.

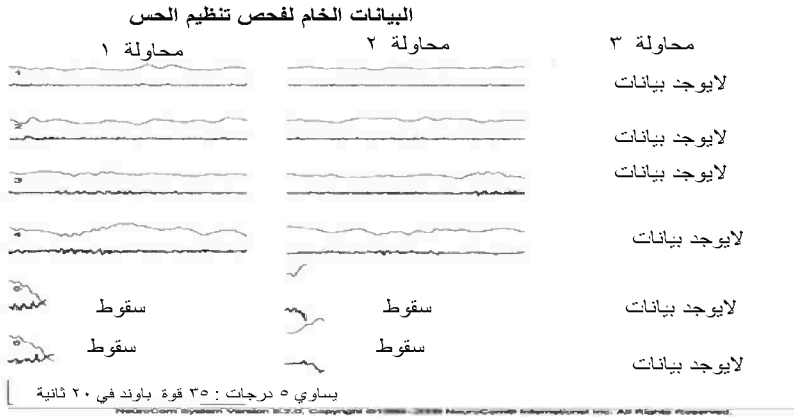
وتُقدِّم نتائج فحص عمل الأعضاء الحسية مؤشرات الأداء اللافسيلوجي. ويمكن أن يحدث هذا بطرائق متعددة: ١- تحسُّن في القدرة على الانتصاب الجسدي في الحالات الأكثر صعوبة.٢- التنوُّع الكبير خلال المحاولة، كما يُشاهد في الشكل رقم(٣,٥). ٣- نقص النقاط في الحالة رقم ١، عندما لا يظهر أن لدى المريض عدم ثبات في الاستقامة الجسدية أو المشية مباشرة قبل الفحص. ٤-نماذج تأرجح جانبية أو دائرية زائدة، كما يُشاهد في الشكل رقم (٣,٦) (Nashner, 2008).



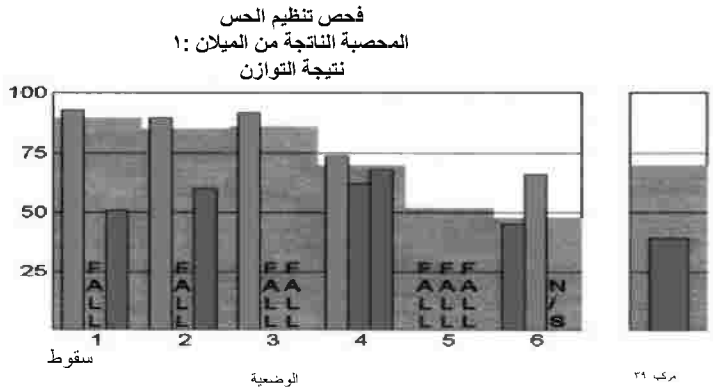
الشكل رقم (٣,٢). فحص تنظيم الحس، التقرير الشامل في موضوع طبيعي. إن نقاط التوازن التي أُحرزت موضحة في أعلى المخطط تشير إلى أداء المريض في كل محاولة من فحص تنظيم الحس، وهي مقسمة على حالات فحص الإحساس الست، وتعكس النقاط المركبة التي أُحرزت من ثبات المريض خلال فحص تنظيم الحس كاملًا. ويعكس مخطط تحليل الحس أداء المريض عند استخدام مداخل مختلفة للتوازن: جسدي حسي، بصري ودهليزي، إضافة إلى مقدرة المريض على إهمال المدخل البصري المتضارب. ويشير تحليل الإستراتيجية إلى استعمال إستراتيجية الورك والكاحل، بينما النقاط التي أُحرزت وتدنو من (صفر)، فتشير إلى الاستعمال الأولي لإستراتيجية الورك، ويعكس خط مركز الجاذبية مركز جاذبية المريض في عتبة كل محاولة من فحص تنظيم الحس.



الشكل رقم (٣,٣). نماذج فحص تنظيم الحس غير الطبيعية سمع دهليزي (أ)خلل وظيفي دهليزي،(ب)فقدان. ،(ج) الاعتماد على السطح المساند،(د) اداء البصر، (هـ) الأداء البصري، (ف) اللافسيولوجي.



الشكل رقم (٣,٤). السقطات المبكرة خلال محاولات فحص تنظيم الحس ٥ و ٦ لمريض لديه فقدان سمع دهليزي بالجانبين.



الشكل رقم (٣,٥) التنوع بين المحاولة في تنظيم الحس.

الشكل رقم (٣,٦). التأرجح الدائري كما يلاحظ في رسم البيانات الأولية لفحص تنظيم الحس لمريض لديه خلل وظيفي بالتوزان.

ماذا يمكن إحرازه من الجاذبية المركزية وتحليل الخطة؟

يبدو خط الجاذبية المركزية برسم مبعثر في التقرير الشامل لفحص الأعضاء الحسية، ويعكس مركز الجاذبية للمريض عتبة كل محاولة لفحص الأعضاء الحسية (NeuroCom International,2000)، الشكل رقم (٣,٢). وتكون نقاط الجاذبية المركزية مفيدة في تحديد مخاطر سقوط المريض. وللبقاء منتصبًا، يجب أن يبقى الجسم قادرًا على

الحفاظ على مركز جاذبيته على قاعدة دعم صغيرة نسبيًّا. وتعرف حدود ثبات الشخص على أنها الحدّ الأعلى للمسافة التي يستطيع الجسم أن يميل إليها في الاتجاه المطلوب، دون أن يفقد توازنه. وعندما يُوضع الجسم خارج حدود الثبات، فعلى الفرد أن يخطو أو يمشي باضطراب؛ لإعادة التوازن وتلافي السقوط (Nashner, 2008). وعليه. فإن مركز الجاذبية غير المتمركز بشكل ملحوظ، يُقلِّل المسافة التي يستطيع الشخص أن يميل إليها في ذلك الاتجاه قبل تجاوز حدود الثبات. وبالتالي يُعرِّض المريض لمخاطر سقوط عالية.

إن تحليل الخطة يساعد على تحديد إذا كان المريض يستعمل براعات استعمال الكاحل والورك بشكل صحيح عند القيام بمهام التوازن أم لا، (الشكل رقم٣,٢). وتتراوح نقاط تحليل الخطة بين ١٠٠ إلى صفر، حيث يشير إحراز ١٠٠ نقطة إلى استعمال حصري لبراعة الكاحل، ويشير إحراز صفر إلى استعمال حصري للورك .(NeuroCom International,2000)

وتدلُّ خطة تحليل النقاط التي تقع بين نهايتين على استخدام خليط مكون من خطتين (NeuroComInternational,2000) . وتُحسب الخطة التحليلية بناء على المعادلة التالية

$$movement\ strategy \frac{1-(shmax-shmin)}{25} * 100$$

وفي هذه المعادلة، تشير ٢٥ (lb) إلى الفرق بين القوة المشتركة العظمى، والقوة المشتركة الصغرى الناتجة عن فحص الأصحاء الذين استخدموا فقط مَيَلان الورك؛ لكي يتزنوا على الشعاع الضيق . (Nasher ، قيم لم تنشر بعد). وبراعة الكاحل هي الأكثر ملاءمة للتعديلات الصغيرة إلى مركز الجاذبية، مثل تلك التي تحدث عندما يكون المساند السطحي ثابتًا والحركة بطيئة. وتكون براعات الكاحل أكثر فاعلية مع الحركات السريعة، أو عندما تدنو الجاذبية المركزية من حدود الثبات (Nashten,2008).

ما مخطط التحليل الحسي؟

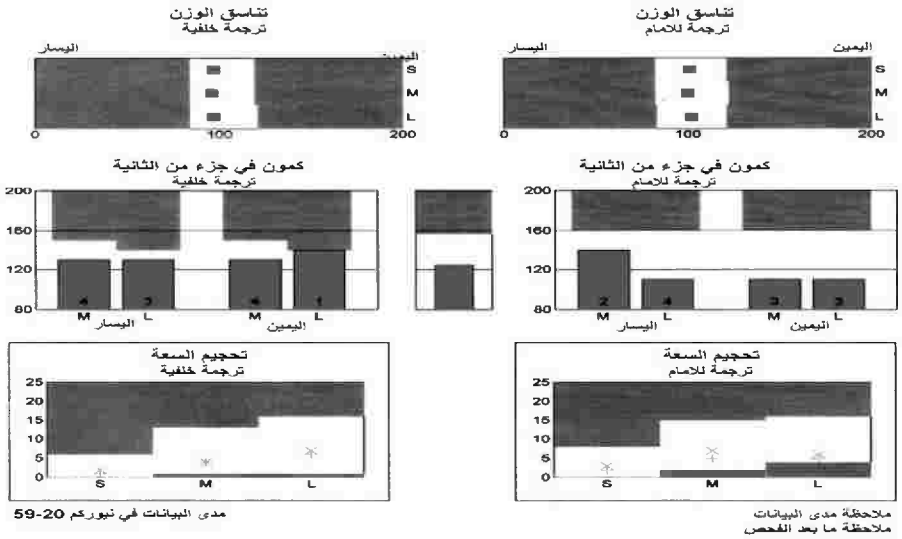
يعتمد مخطط التحليل الحسي على نقاط معدل التوازن لحالتين محددتين لفحص الأعضاء الحسية، وقد صُمِّم هذا المخطط؛ للمساعدة على تفسير استعمال المريض الجيد للمعلومات الجسدية الحسية، والبصرية والدهليزية، إضافة إلى قدرته/قدرتها على إهمال المعلومات البصرية المتضاربة.

ما فحص ضبط الحركة؟

يُقيّم فحص ضبط الحركة استجابات الانعكاس الحركي الذاتي لنقلات السطح المساند الأمامية، والخلفية، والمفاجئة وغير المتوقعة (NeuroCom International,2000). ويحدِّد مدى النقلات بالطول الفردي لكل مريض، كما يتم تسجيل التشويش الخلفي الأمامي لثلاث محاولات: صغيرة، ووسط، وكبيرة متعاقبة. وتحدّد النقاط بالكمون، وتناسق الوزن، ومدرج الاتساع (المدى)، (الشكل رقم٣,٧).

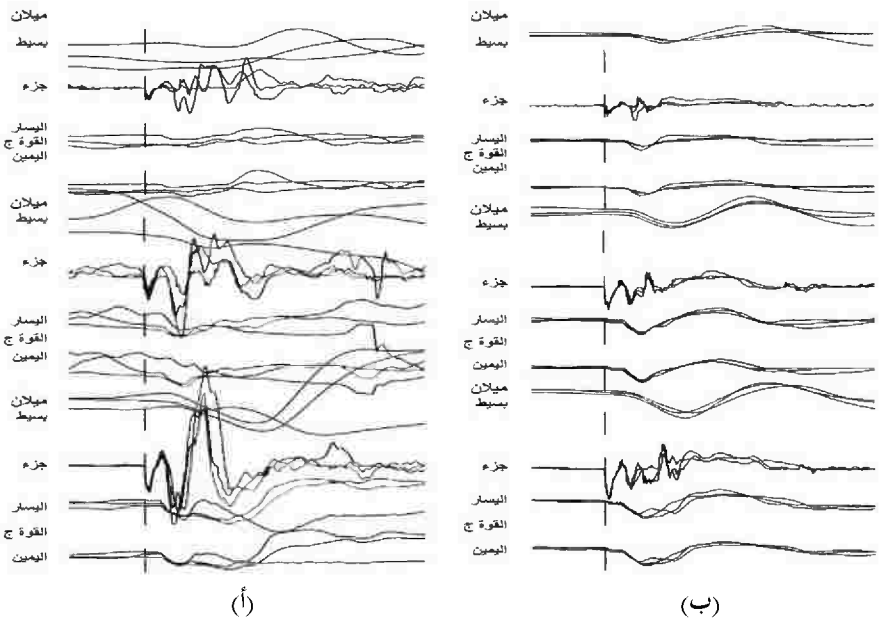
ويشير الكمون إلى الوقت الذي يستغرقه لاستجابة الانتصاب الذاتية، التي تحدث عقب بدء نقلة المنصة. وتُحسب الكمونات لكل رجل وكل نقلة، وهي مهمة للتعرف إلى ما هو غير طبيعي في الجهاز الحركي (Nashner, 1997). وتدلُّ الكمونات الطويلة ضمنًا على خلل وظيفي لأي مكون أو مكونات مجتمعة، والتي تشمل دائرة كهربائية طويلة للجهاز الحركي الذاتي، وغالبًا ما تكون مصحوبة بآفات الجهاز العصبي المركزي و/أو المحيطي (Nashnet, 1997; Nashnet 2008).

ويشير تناسق الوزن إلى نسبة وزن الجسم، الذي يُوضع على كل رجل منفردة أثناء فحص ضبط الحركة (Nashnet, 2008)، في الوقت الذي يعطي فيه مدرج المدى مؤشرًا على قوة استجابة الانتصاب (Nashnet, 2008).



الشكل رقم (٣,٧). نتائج فحص ضبط الجهاز الحركي لموضوع طبيعي. ويشير تناسق التوازن إلى النسبة المئوية لوزن الجسم لكل رجل خلال النقلات الصغيرة، والمتوسطة، والكبيرة للمنصة. ويشير الكمون إلى الفترات الزمنية بين عتبة نقلات المنصة، والاستجابة الذاتية للاستقامة، ويشير مدى مقياس الرسم إلى قوة الاستجابة.

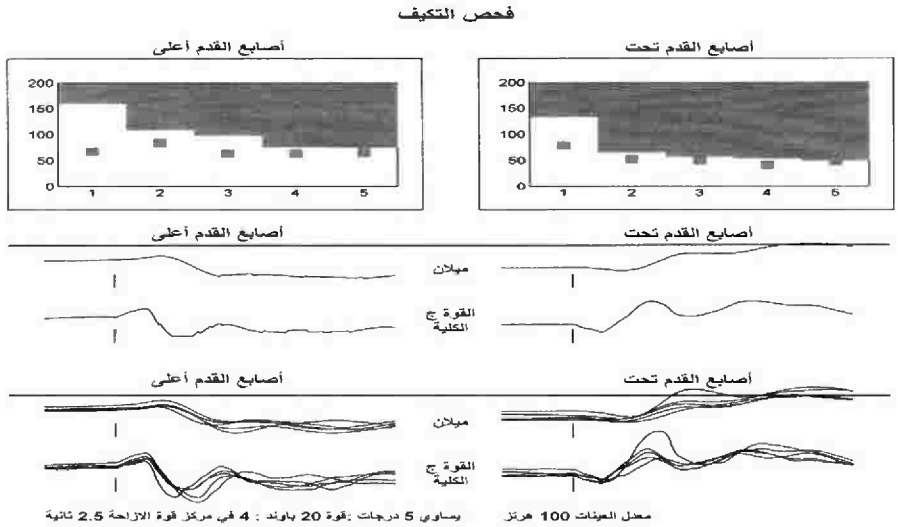
والبيانات الأولية لفحص ضبط الحركة، ربما تعطي مزيدًا من التبصُّر عندما يشتبه في سبب فسيولوجي. ويشتبه في العنصر الإرادي، عندما تتنوَّع الرسيمات بشكل مثير من محاولة إلى أخرى، أو عندما تكون الاستجابات للنقلات الصغيرة كبيرة وبتقلُّب عالٍ (Nashnet, 2008)، (الشكل رقم ٣,٨) نماذج غير فسيولوجية ربما تحدث لدى المرضى القلقين جدًّا، أو الذين يتعمدون المبالغة بالتأرجح (Nashnet, 2008).



الشكل رقم (٣,٨). بيانا خام، فحص ضبط الجهاز الحركي(أ) رسميات الاستجابة غير متناسقة (ب) رسميات استجابة تم الحصول عليها لمريض لديه عمل وظيفي طبيعي أو. وتعكس عنصر إداراي مرض حقيقي.

ما فحص التكيف؟

كما وصف من قبل (Nashnet, 2008)، فإن فحص التكيف يُقيِّم القدرة على التوازن على المسطحات غير المنتظمة بإخماد ردات الفعل الذاتية لاضطرابات السطح، عندما تكون معطلة لثباتنا (ص١٧٢). وخلال فحص التكيُّف، يحاول المريض المحافظة على توازنه خلال التعاقب المتماثل لدورانات المنصة ٥ أصابع قدم أعلى، ٥ أصابع قدم أسفل (Nashnet, 2008). إن مدى تأرجح المريض، يُقاس مباشرة عقب كل دوران سطحي، (الشكل رقم ٣,٩). وتشير القياسات إلى قدرة المريض على استخدام آليات التكيف لتعزيز الثبات (Nashnet, 1997).



الشكل رقم (٣,٩) نتائج فحص التكيّف لموضوع طبيعي.

ما التطبيقات السريرية لفحص الانتصاب الديناميكي بالكمبيوتر؟

يُوفِّر فحص الانتصاب الديناميكي بالكمبيوتر معلومات مفيدة عن المرضى الذين لديهم تواريخ مرضية لحالة تشير إلى تاريخ مرضي بالسقوط. ويُعدُّ عدم التوازن، وعدم ثبات الانتصاب، والمشية غير السوية، أعراضًا مزمنة تُشير إلى تعويض غير ملائم، إضافة إلى الدوار أو الدوخة غير المعروف سببها المرضي، أو عندما يُشتبه في سبب غير عضوي. ونتائج فحص الانتصاب الديناميكي بالكمبيوتر، يمكن كذلك تطبيقها لتطوير التأهيل الدهليزي ومراقبته (International, 2000 NeuroCom).

ما حدود فحص الانتصاب الديناميكي بالكمبيوتر؟

لا يُشير فحص الانتصاب الديناميكي بالكمبيوتر إلى أي مرض محدد، ولكن يُقدِّم تقييمًا نوعيًّا لحدود المريض الوظيفية. ولا يمكن إجراء الفحص على كل واحد، وتتضمَّن المتطلبات البدينة للفحص وزن ٤٠ رطلًا كحد أدنى، وطول ٣٠ بوصة كحد أدنى، والقدرة على الوقوف بدون مساعدة من٢ إلى ٣ دقائق .NeuroComInternational 2000). ويجب ملاحظة أن بعض محاولات فحص أعضاء الجسم الحسية، لا يمكن إنهاؤها إذا كان المريض أعمى.

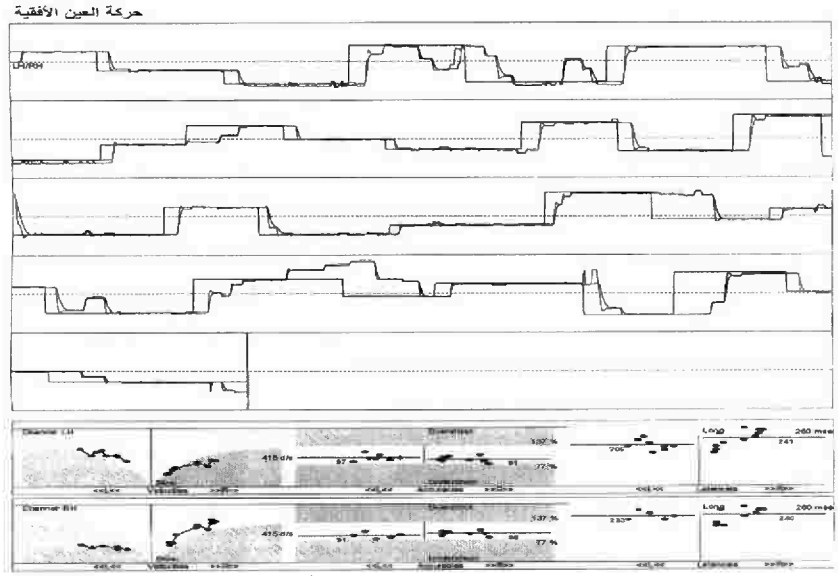
ما تخطيط العين بالفيديو؟

تخطيط العين بالفيديو، والذي يُعرف أيضًا بتخطيط الرأرأة بالفيديو، وهو الفحص الأكثر الذي يتكرَّر طلبه في مختبر الدوخة والتوازن. وأحيانًا مازالت الإشاره إليه تتم بتخطيط الرأرأة الكهربية. وفي تخطيط العين بالفيديو، يُستعمل الفيديو بدلًا من التسجيل عن طريق الأقطاب، (الشكل رقم ٣,١٠). وفحص تخطيط العين بالفيديو مجموعة من الفحوصات المتوافقة التي تقيِّم وظيفة العين الحركية، والانعكاس الدهليزي العيني الأفقي. ويساعد الفحص على التفريق بين أسباب الدوخة المحيطة أو المركزية وعدم التوازن، إضافة إلى أنه يُقدِّم إشارات التمركز الوظيفي. وربما يشمل مجموعة فحوصات، ولكن ليس محددًا بالفحوصات الفرعية التالية: حركات العين العشوائية (حركات عين متقلبة سريعة)، والنظرات الأفقية و/أو العمودية المتلاحقة، والرأرأة العفوية مع التركيز أو بدونه، ورأرأة تحديق مع التركيز أو بدونه، وعقب هزات الرأس، موضع/موضعي، والفحص الحراري الثنائي، وإخماد التركيز.

الشكل رقم (٣,١٠).نظارات تخطيط العين بالفيديو. وفي هذه الصورة، فإن الكاميرا تحت الحمراء وُضعت على باب (منطقة دخول الأشعة) أمام عين المريض اليمنى، في حين أن تمحور الغطاء فوق المتبقي من الباب، يسمح بالفحص في عتمة تامة (دون تثبيت) لمواضيع محددة لتخطيط العين بالفيديو.

كيف تفسّر حركات العين التتبعية غير الطبيعية في حالة حركة العين السريعة المتقلبة؟

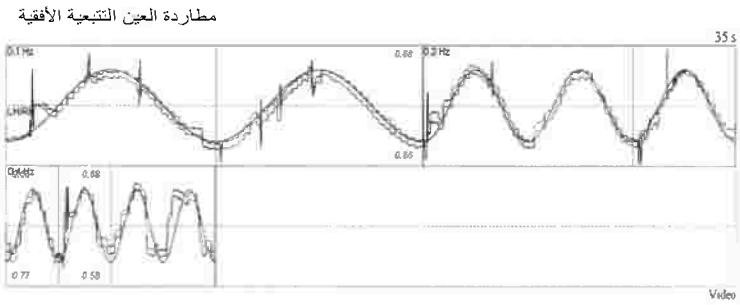
يُقيّم فحص حركات العين السريعة المتقلبة السرعة، والدقة، والكمون للعينين، عندما تثبتان على أهداف متناوبة. وتشخيص ما غير طبيعي لحركات العين يُعدُّ أمرًا ضروريًّا، ولكن ربما يكون سببه عوامل أخرى، مثل عدم التركيز، والعمر، وحدة البصر، أو تأثير الدواء (Leigh&Zee,1999) (الشكل رقم ٣,١١).



الشكل رقم (٣,١١).عدم توحُّد حركات العين لمريض لديه تصلُّبات متعددة. لاحظ الفرق في سرعات العين اليمنى واليسرى.

كيف يكون الخلل في حركة العين التتبعية ذا أهمية؟

لإجراء فحص المتابعة بسلاسة، يُطلب من المريض أن يُلاحق هدفًا بعينيه، حيث تتحرك العين في مستوى أفقي أو عمودي. والنتيجة غير الطبيعية تشمل حركات العين، أو غياب المتابعة السلسة، حيث يُعدّان موجودات مهمة، (الشكل رقم ٣,١٢). وعوامل أخرى ربما تسبِّب موجودات غير طبيعية للمتابعة، وتشمل عمر المريض، وحدِّة البصر، واليقظة وتأثير الادوية (Cass,2008).



الشكل رقم (٣,١٢) حركات العين المتواصلة لمريض لديه مرض مركزي.

متى تكون الرأرأة العفوية مهمة؟ وما معناها؟

تُقاس الرأرأة العفوية أولًا بأن يُحدّق المريض في هدف أمامه مباشرة، ومن ثمَّ عند رفض التركيز. وتعدُّ الرأرأة العفوية غير طبيعية، عندما يتجاوز مكوّن السرعة ٦ درجات/ثانية (Shepard & Telian). ويمكن أن تساعد ميزات الرأرأة على التعرف إلى منشئها.

وتكون الرأرأة العفوية ذات المنشأ المحيطي أفقية، وتُصبح أكثر وضوحًا عند رفض التركيز. وفي الرأرأة عادة ما يكون الاتجاه ثابتًا. ويفيد قانون (Alexander) بأن الرأرأة العفوية بسبب آفة دهليزية، فسوف يكون التحديق مشددًا في اتجاه المرحلة السريعة، وسوف ينقص في اتجاه المرحلة البطيئة. وقد صنَّف (Alexander) الرأرأة بشدتها واتجاهها. وتكون الرأرأة واضحة فقط عن التحديق في المرحلة السريعة، وتعدُّ رأرأة درجة أولى. وتكون الرأرأة أكثر شدة في رأرأة الدرجة الثانية، وتتضح عندما تكون العيون في وضع محايد، إضافة إلى عندما يكون التحديق في اتجاه الرأرأة. وتكون الرأرأة الأكثر شدة في الدرجة الثالثة، وتكون موجودة عندما يكون التحديق في جميع الاتجاهات (Isaacon, Ort, & Rubin, 2008). والمرضى الذين لديهم خلل وظيفي دهليزي ثنائي الجانب، ربما يذهبون خلال التصنيفات الثلاثة عندما يحدث التعويض المركزي.

وغالبًا ما تكون الرأرأة العفوية ذات المنشأ المركزي ذات مكون عمودي، ولا تتحسَّن بالتثبيت، وتكون مصحوبة بدوار أقل من الرأرأة المحيطة (brandat, 1997). وعلاوة على ذلك، فإن الرأرأة المركزية تغيِّر الاتجاهات، عندما يكون التحديق متجهًا بعيدًا عن المرحلة السريعة (Brandat, 997).

ما أهمية رأرأة التحديق؟

لعمل فحص رأرأة التحديق، يُطلب من المريض أن يُبقي العينين في أوضاع لا مركزية متعددة، أولًا عندما يُحدِّق في هدف، وبعدها عند رفض التركيز. والرأرأة التي تحدث عندما تبقى العينان في أوضاع لا مركزية متعددة، يُشار إليها بالتحديق المثير للرأرأة. وإثارة الرأرأة بالتحديق لها نتائج مهمة، ولكن ربما تسَبب أيضًا بتأثير الكحول والأدوية.

ماذا تشير الرأرأة بعد هزِّ الراس؟

يكون الفحص بعد هزِّ الرأس مفيدًا في اكتشاف غير التناسق في النغمة الدهليزية و/أو تخزين السرعة (Leigh & Zee1991)، حيث يهزُّ الفاحص رأس المريض بسرعة في مستوى القناة الأفقية من ١٠ إلى ٢٠ ثانية، وعقب هزِّ الرأس، تراقب العيون أي رأرأة ناتجة. وتشير الرأرأة الأفقية عقب هزِّ الرأس إلى آفة دهليزية أحادية الجانب، وعادة ما تتحرك باتجاه الجانب القوي (Takahashi, Fetter, Koenig & Dichgans1990). وفي بعض الأمثلة، ربما تتجه الرأرأة عقب هزّ الرأس باتجاه الآفة، كما يرى أحيانًا في المرضى الذين لديهم مرض منيير (Takahashi et al.1990). والرأرأة الأفقية التي تنتج من هزِّ الرأس الأفقي، تكون مؤشرًا على آفة دهليزية مركزية.

إلى ماذا تشير فحوصات الوضع/ الوضعي؟

تحصل الرأرأة الوضعية من خلال وضع رأس المريض في وضعية محددة. ولإجراء الفحص للرأرأة العفوية، يتم مراقبة حركة عيني المريض، بينما يتمُّ تثبيت رأس المريض وجسمه في كل وضع. والأوضاع النموذجية التي تقيم الانتصاب، منها الاستلقاء على الظهر، وتكون الأذن اليمنى واليسرى للأسفل. والمحافظة عل كل وضع لمدة ٣٠ ثانية كحدٍّ أدنى (Gianoli & Smullen , 2008). وتعدُّ الرأراة الوضعية غير طبيعية، إذا تجاوزت ٦ درجات/ثانية في الوضع الواحد، وقد تكون ذات منشأ محيطي أو مركزي (Brandt, 1997).

وقد تُفحص رأرأة الوضع باستخدام (مناورة ديكس هول بايك ١٩٥٢)، وتُجرى المناورة أولًا بأن يحرّك رأس المريض بدرجة ٤٥ إلى اليسار أو اليمين، بينما يجلس المريض على طاولة الفحص. وبعده يساعد الفاحص المريض على أن ينتقل سريعًا لوضع الاستلقاء للوراء، والرأس مائل للخلف بزاوية ٣٠ درجة، وفي الوقت نفسه يتم مساندة رقبة المريض بعناية. ويبقى المريض في هذا الوضع لمدة ٦٠ ثانية على الأقل، إلى أن تختفي الاستجابة قبل النهوض إلى وضع الانتصاب. وتعاد المناورة، وتكون حركة الرأس ٤٥ درجة في الاتجاه المقابل.

ومناورة ديكس هول بايك الأكثر حساسية، تكون عندما يرفض المريض تثبيت النظر، على الرغم أن المكون الالتوائي لم يضمحل بالنظر . إن استعمال تخطيط العين بالفيديو أو العدسات، يسمح للفاحص أن يلاحظ مباشرة الرأرأة التي أُثيرت بالمناورة، بينما يرفض المريض التثبيت. ويمكن تشخيص الدوران الوضعي الحميد المتكرر، وذلك من خلال ملاحظة رأرأة المريض أثناء المناورة،(الشكل رقم ٣,١٣). وتشمل المؤشرات التشخيصية: الكمون، والمدة، واتجاه الرأرأة، إضافة إلى التعب عند إعادة التحريض، والإحساس بالدوار، وفي بعض المرضى انقلاب عند النهوض،

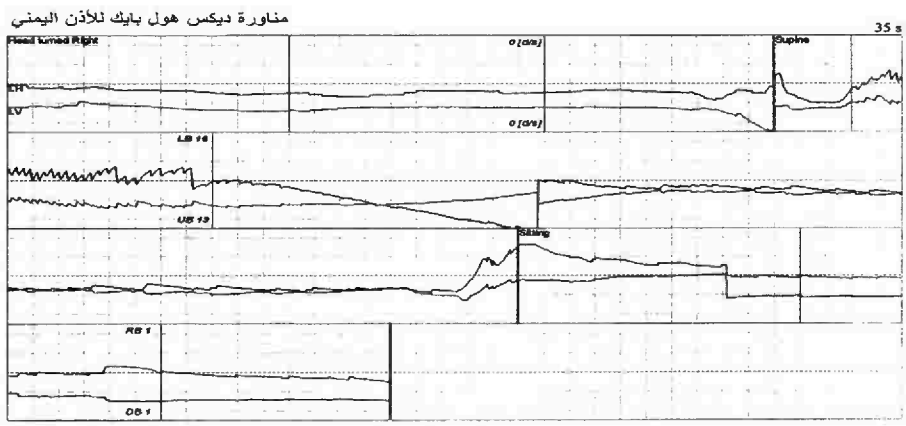
ليأخذ وضع الجلوس (Gianoli & Sumllen 2008). إن حالة الدوران الوضعي الحميد المتكرر، تتميّز بقصرها (٥٢ ثانية)، وتأخذ عتبة الكمون والشكاوى الموضوعية من الدوخة أقل من ٣٠ ثانية، إذا كان الإجراء نموذجيًّا (Gianoli & Sumllen, 2008).

ويعدُّ الدوران الوضعي الحميد المتكرر – على الأرجح– السبب الأكثر شيوعًا للدوخة بشكل عام. وفي دراسة أُجريت بألمانيا، كان حدوث الدوران الوضعي الحميد المتكرر، هو الأعلى لحد ٦,٠ ٪ (Von Breverm et al,2007)، على الرغم من أنه تم تأكيده بنتيجة إيجابية في مناورة ديكس هول بايك، ويعتمد التشخيص في المقام الأول على التاريخ المرضي للمريض. وسوف يقوم المريض بوصف مختصر للدوخات التي حصلت أثناء تغيير وضع الرأس، مثل التدحرج في السرير، أو النظر إلى الرف. وهناك أشكال متعددة من الدوران الوضعي الحميد المتكرر. وتعطي ملاحظة الرأرأة أثناء مناورة ديكس هول بايك دليلًا بخصوص أي قناة تأثرت، وهل كانت بسبب تحصّي الكبيب أو تحصّي القناة. وتحصّي القناة الخلفية يُعدُّ أكثر أشكال الدوران الوضعي الحميد المتكرر شيوعًا، وتحدث بمقدار ٩٠٪ من الحالات (Gianoli & Smullen, 2008). وتتميز برأرأة الانحناء الأرضي الملتوية إلى أعلى، والأذن المتأثرة للأسفل. الدوران الوضعي الحميد المتكرر في القناة الأفقية غالبا ما يكون فيه الانحناء الأرضي في الأذن السفلى، وتلاحظ على أنها رأرأة أفقية بكل معنى الكلمة. والدوران الوضعي الحميد المتكرر في القناة الأمامية نادر تمامًا، ويبدو وكأنه رأرأة الانحناء الأرضي الكئيب والرأس معلق (الأذن المتأثرة للأعلى) (Gianloi & Smullen, 2008)، الجدول رقم (٣,١).

وهناك نظريتان فيما يتعلّق بسبب الدوران الوضعي الحميد المتكرر، وتحصّي الكبيب يعدُّ واحدة من النظريتين اللتين ظهرتا للعيان أولًا. وقد وصفها (Schucknech,1969)، أنها تعتمد على دراسات واقعة بعد الحياة لمرضى شُخِّصت حالتهم على أن لديهم الدوران الوضعي الحميد المتكرر. واقترح (Schucknech) أن

ترسّب جسيمات كثيفة (على الأرجح غبارات أذنية، وحصيات أذنية)، تقع على الكبيب، وتؤدي إلى أن يصبح الهيكل حساسًا بشكل غير طبيعي إلى قوة الجاذبية (Schuknech, 1969). وفي تحصي الكبيب، تبقى الغبارات الأذنية مرافقة للكبيب، وتؤدي الكتلة الزائدة للكبيب إلى الدوخة والرأرأة، والتي تحدث مباشرة عند التحرك لوضع مزعج، وتستمر إلى أن يغيِّر المريض الوضع (Herdman&Tusa, 2000).

وآلية تحصِّي الكبيب لا تتفق مع الكمون والمدة للأعراض التي تُرى لغالبية المرضى، ولهذا السبب فقد اعترض الباحثون على هذه النظرية. ونظرية تحصي القناة، تُفسّر أكثر الأعراض الكلسيكية الدوران الوضعي الحميد المتكرر، وتوحي نظرية تحصي الغبار، بأن الغبار يعوم بحرية في القناة شبه الدائرية، وحيث ينزل الرأس إلى الموضع المثير، فإن الغبار الأذني ينتقل عبر القناة شبه الدائرية مسببًا تأثير القوة المائية hydrodynamic (House & Honrubia,2003). وتحرُّك السائل المائي في الأذن الداخلية، يحفِّز الكبيب مسببة الدوار والرأرأة، والتي لديها عتبة كمون قصيرة، وغالبًا ما تختفي خلال ثانية. وعلاوة على ذلك، تكون الاستجابة متعبة إذا تكررت الإثارة.



الشكل رقم (٣,١٣). استجابة الرأرأة، وقد سُجِّلت أثناء مناورة ديكس هول بايك على الجهة اليُمنى، لمريض لديه دوخة اشتداد وضعي معتدل في القناة الخلفية اليمنى.

الجدول رقم (٣,١). تمييز خصائص الدوران الوضعي الحميد المتكرر على حسب القناة الهلالية المتأثرة.

	القناة الخلفية	القناة الأفقية	القناة الأمامية
نسبة الحدوث	أكثر شيوعا ٩٠٪ تقريبا من الحالات (جيانولي وسميلون ٢٠٠٨)	نادرة تقريبا ٦–٨٪ من الحالات (جيانولي وسميلون ٢٠٠٨)	نادرة أقل من ١٪ من الحالات (جيانولي وسميلون ٢٠٠٨)
رأرأة العين	دوار مع قوي جاذبية موجة بالجاذبية وجزءمن النبض باتجاه الأعلي	أفقي باتجاه الجاذبية في معظم الحالات وعكس الجاذبية في ١٠ ٪ تقريبا (جيانولي وسميلون ٢٠٠٨)	عكس الجاذبية مع شئ من الدوران ونبض باتجاه الأعلي

إلى ماذا تشير نتائج الفحص الحراري غير الطبيعية؟

عادة ما يُعدُّ الفحص الحراري، الفحص الفرعي الأكثر أهمية لتخطيط العين بالفيديو؛ بسبب مقدرته على تقييم سرعة الاستجابة للأذنين، سواء كان على انفراد أو على نحو مقارن. إن تحليل التناسق الحراري يحدِّد البيانات المعيارية لكل عيادة بمفردها، وطريق الري الحراري. وتشمل خيارات الري الحراري، الحلقة المفتوحة (ري الماء مباشرة في داخل قناة الأذن)، والحلقة المغلقة (يدور الماء ضمن بالون موضوع على قناة الأذن)، والهواء (تدفُّق الهواء يوجَّه باتجاه غشاء الطبلة). وربما تحدث الاستجابات الحرارية غير المتناسقة في حالة التلف الدهليزي ثنائي الجانب، والإخماد، وتأثير الدواء، أو ربما تحدث عندما يكون هناك مشكلة في نقل الحرارة.

وفحص الري الحراري ثنائي الجانب، هو الأكثر شيوعًا. وخلال الري الحراري، فإن كبيب القناة الأفقية، يوجَّه إلى وضع قريب من العمودي؛ للسماح بالتدفق الأمثل لتيار الحمل الحراري، الذي ينشأ من تغيرات الحرارة (Jacobson & Newman,1997). ونموذجيًّا، يمكن تحقيق هذا، بجعل المريض يستلقي على ظهره، والرأس مرفوع بزاوية ٣٠ درجة، وتغسل الأذنين مرة في وقت ٤٥ ثانية. ويمكن

للطبيب أن يختار الري بالحرارة الدافئة أو الباردة أولًا. وضبط الحرارة يجب أن يثبَّت عند ٤٤ درجة مئوية (دافئ)، و٣٠ درجة مئوية (بارد). وخلال الفحص الحراري، يكون التركيز مرفوضًا، ويتم تسجيل الرأرأة بكاميرات فيديو، تعمل بالأشعة تحت الحمراء، أو بواسطة أقطاب كهربائية. وعلى الفاحص أن يشرح الإجراء للمريض، ويجعله مدركًا أنه ربما يُصاب ببعض الدوخة.

وعلى الفاحص كذلك إعطاء المريض مهمة متناوبة، حينما يبدأ في الغسل؛ لرؤية نتيجة بناء الرأرأة. ويجب إجراء هذه المهام منفردة؛ للحصول على أفضل النتائج المهمة، كما يجب أن يبدأ تسجيل الرأرأة عند عتبة الري، وتستمر إلى أن تبدأ الرأرأة في النقصان، وعلى الفاحص أن يجعل المريض يُحدِّق في الهدف؛ لتقييم قدرة المريض على تركيز نظره. كما يجب ملاحظة أن يتم فحص الأذن بالمنظار، قبل الشروع في الري الحراري؛ للتأكُّد من عدم وجود أي شيء في قناة الأذن، والتي ربما تتدخَّل في نقل الحرارة، وملاحظة أي شيء غير طبيعي بالبنية. ولا يمكن إجراء الري بواسطة الحلقة المفتوحة للمرضى الذين لديهم ثقوب في طبلات الأذن.

اللفظة الأولية (برودة في الاتجاه المعاكس، ودفء في الاتجاه نفسه)، يمكن أن تُستعمل لتذكر الاتجاه المتوقع للرأرأة عقب التنبيه الحراري. ويجب أن تثير الاستجابات للري البارد الرأرأة، التي تضرب في الاتجاه المعاكس للأذن المنبهة، والاستجابات للري الحراري، يجب أن تثير الرأرأة التي تضرب الاتجاه نفسه أثناء تنبيه الأمثلة، ويمكن فحص المريض في وضع الانبطاح، وهي الحالة المعاكسة التي تكون صحيحة، برودة مماثلة ودفء معاكس.

إن استعمال درجتي حرارة مختلفتين أثناء الفحص الحراري مهم لدقة التقييم، ويكون هذا أكثر وضوحًا في الحالات التي فيها الرأرأة العفوية أو الوظيفية موجودة. وفي مثل هذه الحالة، من المحتمل أن تشتمل على استجابات حرارية ذات تناسق خادع أو

غائب. إن من المهم التذكر بأن استعمال درجتي حرارة، يسمح بقياس نوعين مختلفين من الاستجابات، وتؤدي درجة الحرارة الدافئة إلى الإثارة، بينما تكون الباردة مثبطة.

وعقب الفحص الحراري، تعمل الحسابات لتحديد تناسق الاستجابات الحرارية وأرجحية الاتجاه. وفي معظم أجهزة تخطيط العين بالفيديو التي تُستعمل اليوم، يعتمد الحساب على نافذة ١٠ ثوانٍ، يحددها الفاحص بأنها ذروة الاستجابة لكل فحص حراري. ويحدَّد الضعف أحادي الجانب باستعمال طريقة جونق كي:

$$\text{الضعف أحادي الجانب} = \frac{(\text{أيمن دافئ}+\text{أيمن بارد})-(\text{أيسر بارد}+\text{أيسر دافئ})}{(\text{أيمن دافئ}+\text{أيمن بارد})+(\text{أيسر بارد}+\text{أيسر دافئ})} \times 100$$

حيث إن (أيمن دافئ)، تمثِّل ذروة الاستجابة للري الحراري الأيمن، ويمثِّل (أيمن بارد)، ذروة الاستجابة للري الحراري البارد الأيمن، ويمثِّل (أيسر بارد) ذروة الاستجابة للري البارد الأيسر، في حين يمثِّل (أيسر دافئ) ذروة الاستجابة للري الدافئ الأيسر، وترمز (UW) إلى الضعف أحادي الجانب (Stockwell 1983).

ويمكن أن يُقدِّم الفحص الحراري إشارات جانبية مهمة. وعلى أي حال، فإن المعلومات التي تمَّ الحصول عليها من الفحص الحراري محدودة. إنها تقييم فقط للقناة الأفقية، وعلى تردد واحد فقط تقريبًا ٠،٠٠٣ هرتز (إضافة إلى أن الفحص الحراري، لا يمكن أن يفرِّق بين مرض التيه (الأذن الداخلية) وخلف التيه.

ماذا يعني إخفاق المريض في تثبيت الإخماد؟

مباشرة بعد الفحص الحراري، يُطلب من المريض أن يركِّز على هدف بصري . وقدرة المريض على إخماد الاستجابة، تُحدّد بمقارنة سرعة العين، حال ما سُمح للمريض أن يثبت مع سرعة حركة العين قبل التثبيت (Stockwell, 1983). إن استجابة الرأرأة من الري الحراري، يجب أن تخمد بشكل ملحوظ، عندما يُعطى المريض هدفًا بصريًّا. وفي حالة التبصُّر الجيد، فإن الفشل في إخماد التثبيت، يشير إلى خلل وظيفي مخي.

ما الرجحان الاتجاهي؟

يكون الرجحان الاتجاهي موجودًا عندما تكون استجابة الرأرأة من التنبيه الحراري أكبر بشكل كبير في اتجاه مقابل الآخر. ويُحسب الرجحان الاتجاهي باستعمال القيم التي حدّدت ذروة السرعة لكل ري حراري للفحص الحراري بالصيغة التالية:

$$\text{الرجحان الاتجاهي} = \frac{(\text{أيمن دافئ} + \text{أيسر بارد}) - (\text{أيمن بارد} + \text{أيسر دافئ})}{\text{أيمن دافئ} + \text{أيسر بارد} + \text{أيمن بارد} + \text{أيسر دافئ}} \times ١٠٠$$

وقد يحصل الرجحان الاتجاهي في الآفات الدهليزية المحيطة والمركزية (Leigh & Zee, 1983)، وتكون على الأغلب موجودة لدى المرضى الذين لديهم رأرأة عفوية قوية.

ما التطبيقات السريرية لتخطيط العين بالفيديو؟

يُقدِّم تخطيط العين بالفيديو الموضوعي تسجيلًا لحركة العين الوظيفية، وتقييمًا كميًّا للرأرأة. وربما تشير نتائج الفحص الفرعي المتنوعة إلى مرض مركزي، أو مرض دهليزي محيطي. ويمكن أن تساعد مراقبة الرأرأة خلال مناورة ديكس هول بايك على تشخيص الدوران الوضعي الحميد المتكرر، وربما يقدِّم الفحص الحراري معلومات جانبية مهمة.

ما حدود تخطيط العين بالفيديو؟

يجب الأخذ في الاعتبار، القدرات البدنية للمريض قبل إرسال المريض لعمل فحص تخطيط العين. ويتطلَّب فحص تخطيط العين بالفيديو، أن يكون لدى المريض – على الأقل–بؤبؤ واحد يمكن للفيديو تعقُّبه. إضافة إلى أن العمى يمكن أن يحدِّد فحص العين بالفيديو الذي يمكن عمله، وتتطلَّب فحوصات الوضع/الوضعي، أن يكون المريض قادرًا على أن ينتقل من وضع الجلوس إلى وضع الاستلقاء، إضافة إلى أن يكون المريض قادرًا على متابعة الاتجاهات.

ما فحص الكرسي الدوار؟

فحص الكرسي الدوار الذي يدور بكرسي، وهو أداة مهمة في مختبر الدوخة والسمع. وعادة ما يُستعمل بالتزامن مع تخطيط البصر بالفيديو؛ لتأكيد التشخيص وزيادة الدقة، كذلك فإنه يسمح بتقييم ترددات متعددة للانعكاس الدهليزي العيني (٠،٠١-١) هرتز (Handelsman & Shepard, 2008)، ويقدِّم معلومات مهمة لعمل آلية تخزين السرعة. وبالمقارنة بالفحص الحراري، فإن مدى الترددات التي فُحصت بالكرسي الدوار، تكون أقرب إلى تلك التي وُجدت في حركة الرأس الطبيعية (Baloh&Honrubia,2001)، إضافة إلى أن فحص الكرسي الدوار، لا يتأثر بالهيئة البدنية للأذن، وبشكل عام يستطيع المرضى تحمُّله.

وخلال الفحص، يتم وضع المريض منتصبًا وفي وضع آمن بالكرسي، ويكون الرأس مائلًا إلى الأسفل بزاوية ٣٠ درجة؛ للسماح للحدِّ الأعلى من التنبيه للقنوات الأفقية وشبه الدائرية. ويتم تسجيل حركات العين باستعمال أقطاب كهربائية أو كاميرات أشعة تحت الحمراء. واستعمال الكوابح ضروري؛ لمنع انزلاق الرأس، وتفادي خطر الإصابة. ويوضع الكرسي داخل مكان مغلق؛ للتخلص من تأثير الضوء المحيط. ويمكن لفحص الكرسي الدوار المساعد التفريق بين أسباب الدوخة وعدم التوزان المحيطة أو المركزية، بالإضافة إلى أنه أداة مهمة لتحديد مدى الآفات المحيطة، كما أنه يُقدِّم معلومات عن حالات التعويض الحالية.

ما أهمية نتيجة فحص تخطيط العين بالكاميرا؟

يُقيَّم فحص الانعكاس الدهليزي العيني باستعمال ذبذبة على شكل منحنى جيبي، ينتج عنها ترددات متعددة. إن المدى النموذجي للترددات المفحوصة يكون بين ٠،٠١ إلى ١ هرتز (Handelsman & Shepard, 2008). ويُجرى الفحص والمريض في

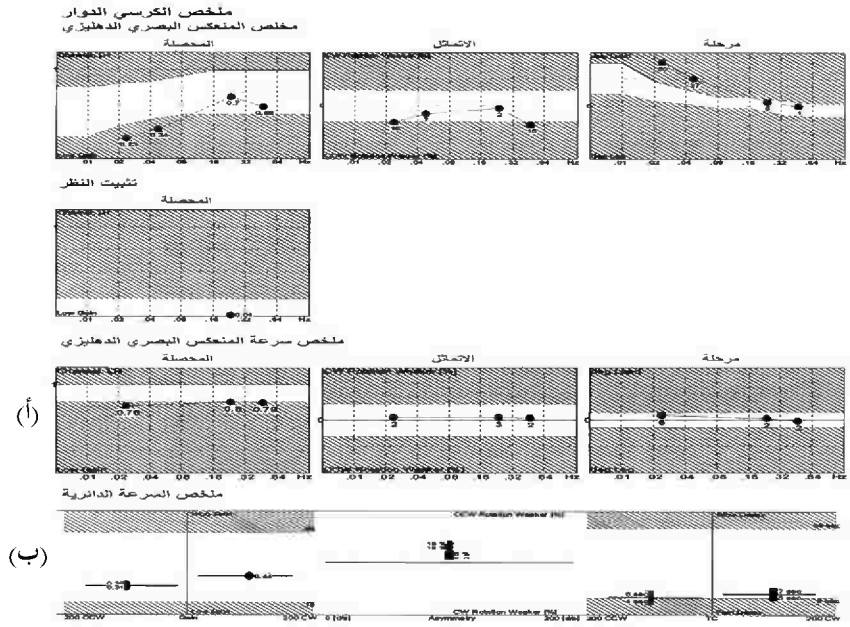
حجيرة مغلقة، لا ينفذ إليها الضوء. وعليه فإن التثبيت البصري غير وارد، إضافة إلى أنه يُطلب من المريض الانشغال العقلي؛ لتفادي إخماد الاستجابة. وتشمل حسابات النتاج المرحلة، وتناسق استجابة الرأرأة، (الشكل رقم ٣,١٤).

وتشير قياسات النتاج إلى قوة الاستجابة، ويتم حسابها بتقسيم مكون السرعة البطيء لحركة عين المريض ضرب مكون سرعة المنبه (Handelsman & Shepard, 2008). ويحدث نقص في نتاج الانعكاس الدهليزي العيني في كل من الفقدان الدهليزي أحادي الجانب وثنائي الجانب، الشكل رقم (٣,١٤). وسبب آخر لنقص نتاج الانعكاس الدهليزي العيني، يشمل نقص التناوب، وإخماد الاستجابة، أو حالات تحصر حركة عين المريض (Shepard & Telian, 1996). وحيث يحدث التعويض المركزي، فإن قيم نتاج الانعكاس الدهليزي العيني، يمكن أن تبدأ في أن تُصبح طبيعية (Desmond, 2004). ويمكن أن يكون نتاج الانعكاس الدهليزي العيني طبيعيًّا عندما يكون الفقدان محصورًا بالترددات المنخفضة جدًّا.

وتشير قياسات المرحلة إلى مقدار تأخُّر الوقت من ذروة سرعة المنبه إلى ذروة سرعة حركة عين المريض (Micromedical Technologies, 1995). والحسابات الثلاثة التي اُشتقت من فحص الانعكاس الدهليزي العيني والمرحلة، هي القياس الأكثر حساسية لوظيفة الدهليز المحيطي. والزيادة في تقدم المرحلة lead تعدُّ مؤشرًا قويًّا على خلل وظيفي محيطي (الشكل رقم ٣,١٤). ويعدُّ تخلُّف المرحلة نتيجة رئيسة (Shepard & Telian, 1996). ويتطلَّب القياس الدقيق للمرحلة أن يتجاوز نتاج الانعكاس الدهليزي العيني ٠,٢ وقد تبقى المرحلة غير طبيعية، طالما أن التعويض المركزي يحدث (Desmond, 2004).

وتناسق الاستجابة، هو الفرق بين الاستجابات عندما تكون نحو اليمين، وضد الدوران نحو اليسار (Micromedical Technologies, 1995) . وعدم التناسق في استجابة الانعكاس الدهليزي العيني تتضمَّن عدم التوازن ضمن الجهاز. ويمكن أن يحدث هذا

عدم التوازن الساكن، وكما هو في الآفات الحادة توجد رأرأت كبيرة. والآفات التي يستمر عدم تعويضها، ربما تؤدِّي إلى استجابة غير متناسقة(Shepard & Telian, 1996). وقياسات التناسق لديها استعمال محدد لتحديد موقع الآفة أو الآفة المهيجة. وتصبح قيم التناسق طبيعية عندما يحدث التعويض المركزي (Desmond,2004).



الشكل رقم (٣,١٤). ملخص فحص الكرسي الدوار لمريض خلل وظيفي دهليزي احادي الجانب (أ،ب) لاحظ نقص التردد المنخفض لحصول الانعكاس العيني الدهليزي مع توصيلة المرحلة ونقص ثوابت الوقت ثبات بصري، باتجاه عقارب: الاختصارات . سرعة الدوران في ملخص الفحص - في خطوة (إليها باضمحلال السريع الساعة، باتجاه عكس عقارب الساعة.

ماذا يعني إذا نقص الوقت الثابت أو طال في فحص خطوة السرعة؟

لفحص خطوة السرعة، يُحرَّك الكرسي بشكل سريع باتجاه عقارب الساعة، أو عكسها، إلى أن يصل إلى السرعة التي تمَّ تحديدها مسبقًا (بين ٦٠ -١٨٠ درجة/ثانية). وحال ما يتم الوصول إلى السرعة التي حُدِّدت، فإن الكرسي يبقى على هذه السرعة لمدة ٤٥-٦٠ ثانية (Shepard&Telian, 1995). ويجب تسجيل الرأرأة خلال دوران الكرسي، ويُشار إليها بالرأرأة قبل الدوران، وبعدها يوقف الكرسي فجأة. وتسجّل الرأرأة عقب الدوران لمدة ٣٠ ثانية، كما يجب إعطاء المريض مهمة عقلية أثناء التسجيل؛ لتفادي إخماد الاستجابة. ويحدّد ثبات الوقت باحتساب الوقت الذي استغرقته ذروة استجابات الرأرأة قبل الدوران وبعده، وتضمحل حتى ٣٧٪ من قيمة الذروة (Handelsman & Shepard, 2008). وإذا كانت آلية تخزين السرعة المركزية الطبيعية سليمة، فإن ثبات الوقت لأكثر من ٦ ثوانٍ يكون متوقعًا. وإذا كانت ثوابت الوقت مخفضة، مع عدم القدرة على تخزين السرعة المركزية، والتي تحدث عندما يوجد خلل وظيفي محيطي دهليزي حاد، (الشكل رقم ٣,١٤).

ما تخزين السرعة؟

تخزين السرعة آلية رئيسة تسمح باستمرار الاستجابة الدهليزية الأولية عند توقُّف الدوران. وعند دوران الرأس، فإن الكبيب ينحرف في الاتجاه المعاكس، وينتج عن ذلك الرأرأة. وبسبب خاصية المرونة للكبيب، فإن الوقت المتوقَّع حتى يعود الكبيب إلى وضعه المريح يستغرق ٦ ثوانٍ (Leigh & Zee, 1991). إن آلية تخزين السرعة

هي المسؤولة عن استمرار استجابة الرأرأة لعدة ثوانٍ إضافية، والذي يجعل إشارة الانعكاس الدهليزي البصري أكثر فائدة أثناء وقف الدوران.

ما فحص قياس الانعكاس البصري الدهليزي العيني؟

في هذا الفحص هناك تفاعل بصري – دهليزي، حيث يدور المريض باتجاه عقارب الساعة، أو عكس عقارب الساعة، وينظر إلى منبه عيني حركي ساكن (Shepard & Telian, 1996). وتساهم المعلومات البصرية أن تكون الاستجابة أكبر ما تكون عند الترددات والسرعات المنخفضة (Baloh & Honrubia, 2001). ولهذا السبب. فإن نتاج التردد المنخفض لفحص قياس الانعكاس البصري الدهليزي العيني يمكن أن يبقى طبيعيًّا في حالات الفقدان الدهليزي (Baloh & Honrubia, 2001).

ماذا يشير فشل إخماد التثبيت؟

يقيِّم هذا الفحص قدرة المريض على إخماد الانعكاس البصري الدهليزي عند التثبيت على هدف بصري. وخلال هذا الفحص، يُحدِّق المريض على ضوء ليزر، يصدر من الكرسي على الجدار الذي أمامه. ويدور كل من الكرسي والضوء معًا. وعليه فإن الضوء يبقى ساكنًا في المجال البصري للمريض. وبوجود حدة إبصار جيدة، فإن الإخفاق لتثبيت الإخماد للانعكاس البصري الدهليزي، يوحي بما هو غير طبيعي بالمخيخ أو جذع الدماغ.

ما فحص رأرأة العين الحركية؟

للحصول على حدة إبصار أفضل، يجب أن تبقى الصور ثابتة نسبيًّا خلال دوران الرأس، حيث إن التفاعل السريع للانعكاس العيني الدهليزي، يتفاعل لتثبيت

الصورة. وعلى أي حال، فإن الاستجابة العينية الدهليزية قصيرة العمر، وتتناقص نهائيًا خلال ٣٠ ثانية. وحيث إن الانعكاس البصري الدهليزي يضمحل، فإن إضافة أنظمة حركة العين والمتابعة السلسة في النهاية؛ سوف تتبنى المحافظة على الصورة في الشبكية(Leigh & Zee, 1991)، بينما يُستخدم نظام المتابعة السلس النقرة فقط، ويستخدم نظام حركة العين كامل الشبكية(Baloh & Honrubia, 2001) . وعليه. فإن إثارة استجابة حركة عينية حقيقية تؤدي إلى أن المنبه يجب أن يملأ كامل المجال البصري (Baloh & Honrubia, 1999). وفي المختبر، يمكن تحقيق ذلك بإصدار أشرطة على جدار حجرة الكرسي الدوار، الشكل رقم (٣,١٥). وحيث إن الأشرطة تدور حول المرضى، فإن العين تتبع لا إراديًا، ويبدأ المرضى في الشعور بأنهم أنفسهم يدورن. وربما يشير الشذوذ في الرأرأة العينية الدهيليزية إلى آفة رئيسة.

الشكل رقم (٣,١٥). المحفز العيني الحركي، كما يُرى في سياج الكرسي الدوار.

ما فحص القياس البصري الرأسي الديناميكي؟

تستجيب أعضاء الحصيات الأذنية إلى التسارع الخطي، مثل تلك التي تُسبّب بقوة الجاذبية. والاستجابة العينية على عدَّاد بيانات والعيون تدور في اتجاه تعويضي (Halmagi & Curthoys, 200). إضافة إلى عدَّاد البيانات الذي يتابع الفقدان الوظيفي الحاد للحصيات الأذنية ثنائية الجانب. والقياس البصري الرأسي الموضوعي خلال الفقدان الحاد، ربما يوضِّح ميلانًا بمقدار ١٠ إلى ٢٠ درجة أو أكثر (الإدراك الحسي للمريض)، باتجاه الأذن الأضعف (Bohmer & Mast, 1999 ; Karlberg, Aw, Halmagy, 2002). وفي فترة

قصيرة، أي لعدة أسابيع/ فإن التعويض المركزي يحدث، ويبدأ القياس البصري الرأسي الموضوعي ليصبح طبيعيًّا (Bohmer & Mast, 1999; Karlberg, Aw, Halmagy, 2002).

إنه من الشائع تمامًا، أن التقييم الأولي للمريض سيُجرى بعد حدوث التعويض، ولم تعد هناك أي إشارات مرئية خارجية للخلل الوظيفي للحصيات الأذنية. ويمكن أن يُظهر القياس الفعَّال للقياس البصري الرأسي الموضوعي خللًا وظيفيًّا بقريبة الأذن الداخلية، بعد حدوث التعويض. وعند إجراء فحص جديد نسبيًّا لمختبر التوازن، فهناك بعض التنوع في كيفية إجراء الفحص. وفي مركزنا، يجلس المريض مستندًا على الكرسي الدوار، مع تأمين السلامة للرأس والجسم، الشكل رقم (٣,١٦).وتُعطى تعليمات للمريض أن يحرِّك باليد عمود إضاءة، إلى أن يبدو أرضيًّا – رأسيًّا في ثلاث حالات. وتؤخذ القياسات عندما يكون الكرسي ساكنًا، وعندما يكون على محور الدوران، وخلال الدوران غير مركَّز. وللمقاسات الحركية، يُسرَّع الكرسي إلى سرعة زاوية ثابتة ٣٠٠ درجة/ثانية، وتنبَّه القريبات بالاندفاع الناتج نحو المركز والتسارع التماسي (Furman & Baloh, 1992). وتؤخذ القياسات بعد وقف الكرسي هذه السرعة لدقيقة واحدة؛ لإعطاء وقت كافٍ للاستجابة من القنوات شبه الدائرية إلى أن تقف. ولكلٍّ واحدة من الحالات الثلاث، يُطلب من المريض أن يُحرِّك باليد عمود الإضاءة من كلا الحدين اليمنى واليسرى لزر التحكم، حتى يبدو أرضيًّا- رأسيًّا، (الشكل رقم ٣,١٦). وتنجز هذه المهمة ضمن حجيرة صادة للضوء؛ للتأكد من أن المريض لم يتأثر بأي شيء خارجي. وتسجَّل درجة الميلان من قِبل الفاحص، وتُجرى مقارنة بين القياسات الثابتة والمتحركة، إضافة إلى الحالتين غير المركزيتين (اليمنى واليسرى).

وعند الدوران على المحور، فإن وظيفتين طبيعيتين للقريبة سوف تلغي إحداهما الأخرى؛ مما ينتج عنه ميل في حدِّه الأدنى. والميلان بحده الأدنى يمكن أن يُحدث في الخلل الوظيفي ثنائي الجانب. وميل كبير عقب الدوران المحوري، ربما يوحي بخلل وظيفي أحادي الجانب، كما أن تحويل الكرسي عن المركز يسمح بتنبيه لقريبة واحدة في وقت واحد. وفي دراسة أجراها (Nowe et al)، وجد فيها أن المسافة بين المفاصل توحي بإزاحة جانبية من(١٩,٣-٠٣,٤)سم، وسوف توازن أذن داخلية واحدة مع محور الدوران، كمعدل للأشخاص القوقازيين الذين خضعوا للدراسة. والأذن التي وضعت على المحور، تتلقَّى الحد الأدنى من التنبيه أو لا تتلقى. بينما تتعرَّض الأذن غير المتركزة ببطء إلى سرعة الكرسي (Clark and Engelhorn, 1998). وإذا كانت الأذن غير المتركزة تعمل وظيفيًّا بشكل جيد، فإنه يجب حدوث تسجيل عيني للبيانات، ينتج عنه ميلان ملاحظة المريض (إدراك حسي) أرضي – رأسي. والمرضى الذين لديهم خلل وظيفي بالحصيات الأذنية، فإنه يظهر بوضوح نقصًا في الميلان أثناء الدوران.

ويعدُّ الفحص البصري الرأسي الحركي طريقة جديدة واعدة، لتقييم وظيفة قريبة الأذن الداخلية. وإلى وقت هذه الكتابة، فمازالت البيانات المعيارية لهذا الفحص طور الإعداد.

الشكل رقم (٣,١٦). الفحص البصري الحركي الموضوعي العمودي (أ) يؤمن المريض (ب) يعاين المريض عمود الإضاءة ويستعمل. بالكرسي الدوار بعمود الإضاءة المركب الأرقام تشير إلى درجة.(ج)يعاين الفاحص عمود الإضاءة. القرص المدرج لضبط الميلان الميلان.

ما التطبيقات السريرية للكرسي الدوار؟

يُقدِّم فحص الكرسي الدوار تقييمًا حركيًّا للانعكاس العيني الدهليزي، ويعطي معلومات تتعلَّق بالوضع الراهن عن التعويض لدى المريض. ويتحمَّل الفحص أغلبية المرضى، ولا يُطلب من المريض أن يتبع تعليمات معقدة، وعادة ما يكون فحص الكرسي الدوار، هو الفحص الذي يتم اختياره للأطفال. وفي بعض الحالات، يمكن أن يتم إنجاز الفحص والمريض جالس في حضن أمه. والمريض الذي أشارت نتائج الفحص الحراري إلى وجود ضعف ثنائي الجانب لديه يمكن استعمال فحص الكرسي الدوار. لتأكيد تلك النتائج، ولاستقصاء مدى الخلل الوظيفي.

ويمكن لفحص الكرسي الدوار كشف الآفات المحيطة التي كانت ترددتها أعلى من تلك التي فُحصت أثناء فحص العين بالفيديو. ويقيِّم الفحص الحراري القياسي الانعكاس العيني الدهليزي بتردد من ٠٠٢,٠ إلى ٠٠٤,٠ هرتز (Handelsman & Shepard, 2008)، بينما تحدث حركة الرأس الطبيعية في مدى تردد، يتراوح تقريبًا من ١,٠ إلى ٤ هرتز (Baloh & Honrubia, 2001). والإجراءات النموذجية لفحص الكرسي الدوار، فإن جزءًا من الترددات تحدث عند حركة الرأس الطبيعية، خاصة تلك التي بين ١,٠ إلى ١ هرتز (Handelsman & Shepard, 2008). ونتيجة لمدى الترددات العالية التي تُفحص بواسطة الكرسي الدوار، فإنه أحيانًا يستعمل أداة لمراقبة تسمُّم الأذن .

ما حدود تطبيقات الكرسي الدوار؟

باستثناء الفحص غير المتمركز لوظيفة القريبة أثناء الفحص الحركي القياس البصري الرأسي الموضوعي، فإنه لا يمكن للكرسي الدوار أن يفحص الآذان منفصلة. وعليه فإنه محدود في مقدرته على تقديم معلومات أحادية الجانب. إضافة إلى الخوف لدى بعض المرضى الذين ربما لا يكونون قادرين على الجلوس في مكان الفحص المغلق، كما يتطلَّب أن تكون عين واحدة على الأقل لديها بؤبؤ يمكن تعقُّبه. وربما لا يمكن عمل القياس البصري الرأسي الديناميكي للمرضى الذين تتجاوز أوزانهم مقدرة الكرسي على الدوران، وكذلك للمرضى الذين يعانون من حالات مرضية، مثل ألم/إصابة الظهر أو الرقبة، أو من لديهم تاريخ مرضي بجلطة دماغية ... إلخ.

ما فحص الإثارة العضلية الكامنة للدهليز؟

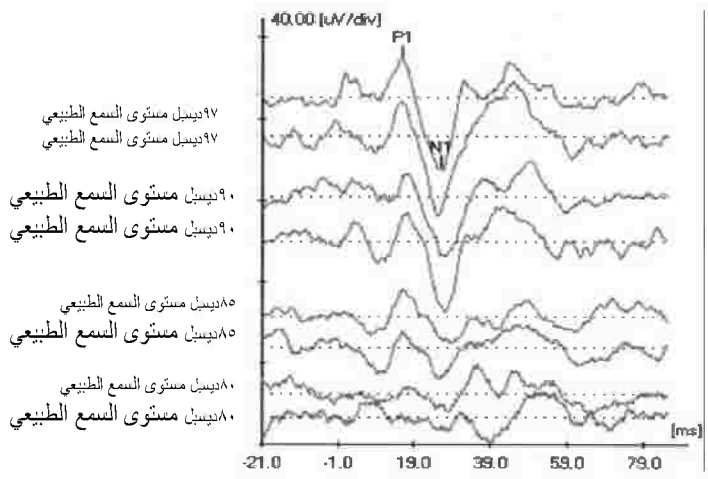
فحص الإثارة العضلية الكامنة للدهليز، هو إضافة جديدة لمجموعة فحص الدهليز، وذلك خلافًا لفحوصات الدهليز التقليدية التي تركّز في المقام الأول على وظيفة الانعكاس العيني الدهليزي، وسلامة القناة الأفقية شبه الدائرية على وجه الخصوص. ويسمح فحص الإثارة العضلية الكامنة للدهليز للفاحص بتقييم وظيفة الانعكاس الدهليزي. إن فحص الإثارة العضلية الكامنة للدهليز، ليس فحصًا لمرض محدد. وعليه فإن أفضل استعمال له يكون بوصفه فحصًا متممًا.

وحاليًا، فهناك العديد من التقنيات المتوفرة؛ لإثارة استجابة فحص الإثارة العضلية الكامنة للدهليز، وكل واحدة من هذه التقنيات تُنشِّط موردًا أو ناقلًا نحو مركز عصبي منفرد (Welgampola & Colebatch, 2001). ومن بين أنواع المنبهات التي تُستعمل صوت توصيل الهواء، وتوصيل العظام، ونقرات الرأس، والتيار الكهربائي، كما يمكن تسجيل الاستجابات من العضلة القصية الترقوية الخشائية، أو من العضلات خارج المقلة.

وتوصيل الهواء يكون (بنقرة أو تفجير نغمة)، وهي التقنية الشائعة الأكثر استعمالًا اليوم، ودخولها يكون سهلًا من خلال جهاز. ويؤدَّي الفحص من خلال تقديم نقرات عالية الشدة، أو تفجيرات نغمية إلى الأذن، بينما يقلِّص المريض العضلة القصية الترقوية الخشائية على الجانب ذاته. وتُقاس الاستجابة عبر أقطاب سطحية وقطب نشط، موضوع على جانب العضلة القصية الترقوية الخشائية نفسها، ويكون القطب المرجعي على الترقوة، في حين يكون القطب الأرضي على جبهة الرأس، (الشكل رقم ٣,١٧).

الشكل رقم (٣,١٧). ترتيب الإلكترويدات المستعملة لتسجيل الاستدعاء الدهليزي العضلي الكامن من العضلة القصية الترقوية الخشائية، حيث يُوضع القطب النشط على البطن في الجانب ذاته للعضلة القصية الترقوية الخشائية، في حين يكون الإلكترويد المرجعي على الترقوة، ويكون القطب الأرضي على الجبهة.

ويحتوي توصيل الهواء (فحص الإثارة العضلية الكامنة للدهليز) على مكونين، الأول ينشأ من الناقل العصبي الدهليزي، وينشأ الثاني من الناقل العصبي للقوقعة (Colebatch, Halmagyi, 1994). والاستجابة الدهليزية هي المهمة في المقام الأول، ويمكن وصفها على أنها نشاط كمون قصير متناوب لكهربائية العضلات، وتظهر كموجة ثنائية الطور إيجابية – سلبية (p13-n23) (Colebatch et al,1994)، (الشكل رقم ٣,١٨). وينشأ صوت الاستجابة لتوصيل الهواء (فحص الإثارة العضلية الكامنة للدهليز) من الكييس على طول العصب الدهليزي السفلي (Colebatch et al, 1994; Halmagyi & Colebatch, 1995; Shekholeslami & Kaga, 2002; Murofushi, Massuzuki & Mizuno, 1998; Iwasaki et al, 2009). إن توصيل الهواء (فحص الإثارة العضلية الكامنة للدهليز)، يمكن أن يقدِّم معلومات أحادية الجانب، إضافة إلى معلومات عن سلامة الكييس والعصب الدهليزي الأسفل.



الشكل رقم (٣,١٨). استجابة العضلة القصية الترقوية الخشائية لموضوع طبيعي. وقد تم تسجيل الاستجابات عند عتبة (٨٥ مستوى السمع الطبيعي بالديسبل). ومرجع السلوك، صفر مستوى السمع الطبيعي بالديسبل، يُحدَّد في التسهيلات الموجودة في العيادة بواسطة استجابة معدل العتبة للمنبه (نقرة)، في مجموعة صغيرة لشباب لديهم سمع طبيعي (هول،٢٠٠٧م) .

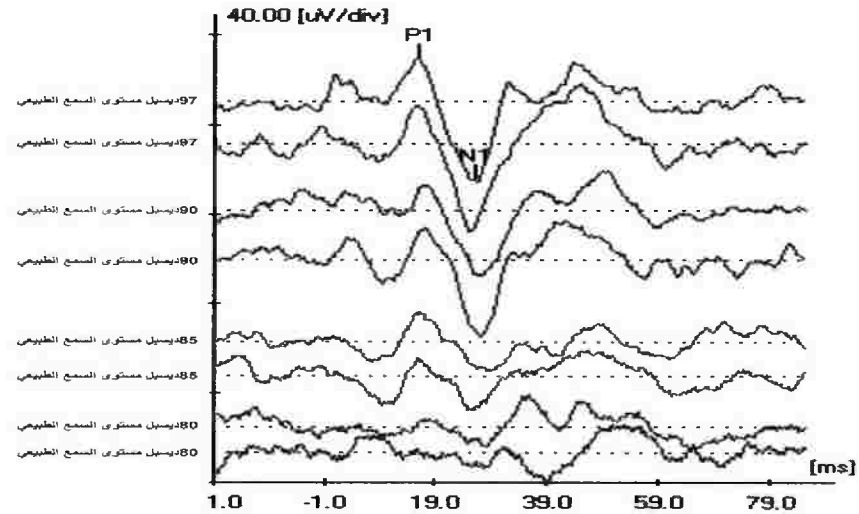
ما أهمية نتائج فحص الإثارة العضلية الكامنة للدهليز؟

لقد تمت دراسة قياسات المدى، والكمون، والاتساع لاستجابة الإثارة العضلية الكامنة للدهليز؛ وذلك لأهميتها السريرية. وقد أثبت قياس المدى فائدة في اكتشاف تفتُّح القناة شبه الدائرية الدهليزية. وبسبب ازدياد الطواعية في النظام، فإن المرضى الذين لديهم تفتح القناة شبه الدائرية الدهليزية، ربما يكون لديهم نقص غير طبيعي في مدى الإثارة العضلية الكامنة للدهليز (Watson,Halmagyi&Colebatch, 2000; Streubel, Cremer, Carey, Weg & Minor, 2001; BrantbergM Lofqvist & Fransson, 2004)، (الشكل رقم ٣,١٩).

إن اتساع الاستجابة في تفتح القناة شبه الدائرية الدهليزية، تكون أيضًا كبيرة، ولكن قيمتها التشخيصية محدودة؛ بسبب العدد الكبير في تنوُّع النتائج الطبيعية (Watsin et al, 2004). ونقص مدى الإثارة العضلية الكامنة في الدهليز، ربما يُرى لدى المرضى الذين لديهم اضطرابات أخرى، مثل الناسور اللمفي المحيطي، وتوسُّع في قناة الدهليز (Sheykholeslami, Schmerber; Kermany&Kaga.). وتخمين عتبات الإثارة العضلية الكامنة للدهليز، ربما يكون هو الأفضل استعمالًا، بوصفه أداة متممة. لقد اُقترح أن الجمع بين كلٍّ من مدى الإثارة العضلية الكامنة للدهليز، والتصوير الطبقي بالحاسوب، وتسجيلات العين؛ ربما يلغي الحاجة لجراحة استكشافية. لتأكيد تشخيص تفتح القناة شبه الدائرية الدهليزية (Watsin et al,2000).

وقد تمت دراسة كمون استجابة الإثارة العضلية الكامنة للدهليز، وعُدَّت مظهرًا ثابتًا نسبيًّا (Zhou & COX, 2004)، وأيضًا فقد تمَّ الإبلاغ عن الكمونات المطولة من الأمراض الرئيسة (Murofushi, Shimizu, Takegoshi & Cheng, 2001). ويمكن أن يكون الكمون مطولًا مع التقدم في العمر (Zapala & Bery, 2004).

لقد أظهر اتساع الاستجابة تنوعًا عالياً بين الأشخاص الذين خضعوا للدراسات (Lim, Clouston, Sheean & Yianika, 1995). ويتأثر اتساع الإثارة العضلية الكامنة للدهليز بشكل كبير بدرجة التنشيط العضلي (Lim et al, 1995;Colebatch et al, 1994). وقد أظهرت أنها تنقص بتقدم العمر (Zapala & Bery 2004)، كما أظهرت الدراسات أن ما هو غير طبيعي في الاتساع، يمكن أن يحدث من العديد من الأمراض التي تُصيب الدهليز، وكان عدم التناسق الأكثر شيوعًا لما هو غير طبيعي (Zapala & Bery, 2004).



الشكل رقم (٣,١٩). استجابة الاستدعاء الدهليزي العضلي الكامن من العضلة القصية الترقوية الخشائي لمريض لديه تفتُّح في القناة شبه الدائرية العلوية. وقد سُجِّلت الاستجابات لعتبة ٦٠ ديسبل مستوى سمع طبيعي بالديسبل.

ما تأثير فقدان السمع على فحص الإثارة العضلية الكامنة لفحص الدهليز؟

يمكن أن يلغي فقدان السمع التوصيلي بسرعة استجابة الإثارة العضلية الكامنة لفحص الدهليز أو يخففها ؛ بسبب نقص شدة المنبه، حيث إنه ينتقل عبر النظام. إن وجود استجابة توصيل الهواء لدى المرضى الذين يعانون من فقدان سمع توصيلي، يوحي بتفتح القناة شبه الدائرية الدهليزية (Streubel et al, 2001). ولا يتأثَّر توصيل عظم الإثارة العضلية الكامنة لفحص الدهليز بفقدان السمع التوصيلي (Welgampola & Colebatch 2005)، كما أن استجابة الإثارة العضلية الكامنة لفحص الدهليز، لا تتأثَّر بفقدان السمع الحسي (olebatch et al, 1994).

ما التطبيقات السريرية لفحص الإثارة العضلية الكامنة للدهليز؟

إن التقصي للتطبيقات السريرية لفحص الإثارة العضلية الكامنة للدهليز ما زال مستمرًا. وحاليًا فقد أثبت فحص الإثارة العضلية الكامنة للدهليز، أنه مفيد في اكتشاف تفتُّح القناة شبه الدائرية العلوية؛ لتحديد سلامة العصب الدهليزي السفلي، كما أنه يمكن استخدامه للتقييم الوظيفي للحصيات الأذنية.

ما حدود فحص الإثارة العضلية الكامنة للدهليز؟

تتأثَّر فحوصات الإثارة العضلية الكامنة للدهليز بشكل كبير بالعمر، وفي عتبة العقد السادس من الحياة، ربما تكون الاستجابات الطبيعية غائبة، وربما ينقص المدى، ويمكن أن يطول الكمون، ويصبح غير الثماثل سائدًا (Welgampola & Colebatch, 2005). وتتطلَّب فحوصات الإثارة العضلية الكامنة للدهليز تعاون المرضى، كما أنه لا يمكن استعماله مع المرضى فاقدي الوعي، ولا يُنصح به للمرضى الذين يعانون من الطنينح بسبب شدة المنبه (Colebatch, 2001; Welgampola & Colebatch). ويتطلَّب تسجيل الإثارة العضلية الكامنة للدهليز من العضلة القصية الترقوية الخشائية، أن يكون المريض قادرًا على أن يحافظ على تقلُّص عضلي ملائم (Alpini, 2004). ويمكن أن يكون هذا صعبًا على وجه الخصوص للمرضى الذين لديهم ضعف في عضلات الرقبة ، أو تيبس عضلي. وكخيار تسجيل للإثارة العضلية الكامنة للدهليز عن طريق العين، فقد أظهرت دلالة مبشرة بوصفها بديلًا لتسجيل الإثارة العضلية الكامنة للدهليز عن الرقبة لدى المرضى الذين لا يستطيعون أداء التقلص العضلي المطلوب.

ويبطل توصيل الهواء عند وجود مرض في الأذن الخارجية أو الوسطى (Alpini, 2004)، كما يمكن استعمال توصيل العظم لفحوصات الإثارة العضلية الكامنة للدهليز

للمرضى الذين يعانون من فقدان سمع توصيلي. وعلى أي حال، فإن الاستجابة ثنائية الجانب، لا تقدِّم أي معلومات جانبية، بالإضافة إلى أن المعدات التي تُستعمل في العيادات حاليًا، تحتاج للتعديل من أجل تقديم منبه توصيلي عظمي ملائم (Welgampola & Colebatch, 2005). وعلاوة على ذلك، يُعتقد أن صوت التوصيل العظمي ينشِّط كلًا من المركز العصبي الكيسي والقريبي، ويُنقل على طول العصب العلوي. وعليه ربما يُعطي معلومات مختلفة عن توصيل الهواء (Curthoys,Kim. Mcphedran,& CAMP,2006;Iwasaki et al,2009).