

Autor
Wissenschaftler
Status
Aktuell
Kategorie
Übersicht

Die elektronische Vermessung der Gelenkbahn

Teil 1 des Beitrages siehe Ausgabe Juli/August 2008.

Diskussion

Von zentraler Bedeutung bei der Evaluation diagnostischer Methoden – und damit auch bei der elektronischen Gelenkbahnvermessung – ist die therapeutische Konsequenz, die sich aus der Anwendung des Diagnosesystems ableitet. Der Wert dieser Verfahren hängt also wesentlich davon ab, dass durch den Diagnoseprozess Informationen generiert werden, die zu einem direkten Nutzen für den Patienten führen. Auch wenn im Sinne einer optimalen Patientenaufklärung visuelle Informationen angeboten, beziehungsweise für die Patientendokumentation elektronisch erhaltene Informationen festgehalten und verglichen werden sollen, muss zunächst die Frage beantwortet werden, inwieweit der Einsatz des Diagnoseverfahrens die Therapieentscheidung und den Therapieerfolg beeinflusst.

Validität und Reliabilität

Weitere Kriterien, welche die Indikation der elektronischen Vermessung der Gelenkbahn und die Wahl des geeigneten Systems beeinflussen, sind die Messgenauigkeit (Validität) und die Reproduzierbarkeit (Reliabilität) der Ergebnisse. Die Validität beschreibt die Eigenschaft des Messsystems, die Bewegungsbahn des Unterkiefers entsprechend der natürlichen Gegebenheiten ohne Artefakte oder systematische Fehler, wie beispielsweise ein zu kleiner Winkel, wiederzugeben. Hierbei sollte auch eine Unterscheidung zwischen physiologischen Variationen des Normzustands und pathologischen Veränderungen möglich sein. Als Reliabilität eines Messsystems wird die Eigenschaft bezeichnet, wiederholte Messungen reproduzierbar ohne wesentliche Abweichungen durchführen zu können.

Dr. Oliver Schierz, Dr. Daniel R. Reißmann (Teil 2)

Bei der Untersuchung der verfügbaren Systeme hinsichtlich der Validität und Reliabilität sollte zunächst die Bestimmung der Scharnierachse betrachtet werden, da es genau diese Achse ist, deren Bewegung in der elektronischen Gelenkbahnaufzeichnung verfolgt wird. Einige der beschriebenen Verfahren verwenden eine individuell ermittelte, kinetische Scharnierachse, während andere zur Vereinfachung des Vorganges auf eine mittelwertig festgelegte, arbiträre Scharnierachse zurückgreifen. Es gilt abzuschätzen, ob der hieraus resultierende Fehler bei der Aufzeichnung der Gelenkbahn einen wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse, z. B. auf den Kondylenbahnneigungswinkel, die Länge der Bewegungsbahnen oder die Form der Gelenkbahn hat.

Ulrich Lotzmann stellte in seinen theoretischen Ausführungen mit geometrischen Modellen fest, dass es durch den Achsfehler unweigerlich zu Verzerrungen der Form der Gelenkbahn kommt^[14]. Mithilfe einer Falldarstellung konnte er zudem zeigen, dass eine Fehllokalisierung der Scharnierachse zu Diskrepanzen zwischen der Bewegung der Achse bei Mundöffnung und reiner Protrusion führt, was mit einem fehlerhaft bestimmten Gelenkbahnneigungswinkel einhergehen kann. Wie durch Lotzmann dargelegt wird, kommt dieser Fehler jedoch nur bei Rotationsbewegungen zum Tragen. Dies bedeutet, dass bei einer Protrusionsbewegung, wie sie zur Bestimmung der sagittalen Gelenkbahnneigung durchgeführt wird, der Einfluss einer rein arbiträr bestimmten Scharnierachse gering ist.

Die Anwendbarkeit einer arbiträr bestimmten Scharnierachse wird durch eine Studie von Olaf Bernhardt unterstützt, der mit dem System CADIAX Compact nachgewiesen hat, dass eine arbiträr bestimmte Scharnierachse keinen negativen Einfluss auf die Zuverlässigkeit der reproduzierbaren

Bestimmung der Werte für die Gelenkbahnneigung und damit auf die Reliabilität dieser Methode aufweist^[15]. Wird bei der diagnostischen Anwendung die Mundöffnungsbewegung mit eingeschlossen, sollten aber mit arbiträrer Scharnierachse registrierte Kurven zurückhaltend beurteilt werden, da irreguläre Verlaufsspuren auch durch den Achsfehler bedingt sein können^[16].

Bei den direkten Methoden der Erfassung der Gelenkbahnneigung kann zwischen der klassischen, grafisch-mechanischen Aufzeichnung und dem computergestützten elektronischen Verfahren unterschieden werden. Letzteres bietet gegenüber dem rein mechanischen Verfahren den Vorteil, dass die Daten in Echtzeit ausgewertet und wiederholt zeitbezogen betrachtet werden können. Hierdurch wird die Bewegung in Abhängigkeit von der Zeit analysiert und Beschleunigungen des Kondylus, wie sie bei der Reposition des Kondylus auf den Diskus auftreten und klinisch durch ein Knacken imponieren können, verifiziert werden. Je nach Softwareausstattung können die Daten auch in animierten Simulationen beziehungsweise als zeitabhängige Bewegungen der Gelenkachse präsentiert werden. Die meisten Geräte bieten die Möglichkeit einer automatischen Errechnung der Gelenkparameter für die gängigen Artikulatoren.

Gelenknah aufzeichnende Systeme

Bei den gelenknah aufzeichnenden elektronischen Systemen stehen derzeit optoelektronische und elektromechanische Verfahren zur Verfügung. Der Vorteil dieser Systeme liegt darin, dass durch die ortsnahe Aufzeichnung mögliche Aufzeichnungsfehler nicht projektionsbedingt vergrößert werden. Die elektromechanischen Verfahren funktionieren analog zur grafisch-mechanischen gelenknahen Aufzeichnung. Papier und Schreibstift sowie mechanische Wegaufnehmer wurden durch eine elektronische Widerstandsfolie und einen elektromechanischen Wegaufnehmer (Stylus) ersetzt. Gegenüber den optoelektronischen Systemen haben die elektromechanischen Systeme den Nachteil, dass eine mechanische Verbindung zwischen Unterkieferbogen und Oberkieferbogen besteht. Dies kann zu Behinderungen bei der Aufzeichnung führen, da der Patient bei Mediotrusionsbewegungen einen

systemimmanenten Widerstand überwinden muss. Des Weiteren werden für die elektromechanischen Systeme Kabelverbindungen und ein zum Teil voluminöses, sichtbehinderndes und schweres Haltesystem benötigt, um die nötige Stabilität der Apparatur zu gewährleisten und Artefakte durch systeminterne Schwingungen zu vermeiden. Zwischen gelenknahen mechanischen und elektromechanischen Aufzeichnungsmethoden konnte in klinischen Untersuchungen eine gute Korrelation ermittelt werden^[17]. Dem stehen Laboruntersuchungen gegenüber, die die Messgenauigkeit des CADIAX Compact zur Bestimmung von voreingestellten Werten eines Artikulators untersuchten. Es zeigte sich, dass bei der Gelenkbahnneigung ein statistisch signifikanter Messfehler besteht, der bis zu $3,4^\circ$ erreicht^[18]. Eine klinische Untersuchung, die elektronisch mittels des Systems CADIAX Compact ermittelte Gelenkparameter im Vergleich zu rein mechanisch ermittelten Werten untersucht hat, sieht die Reproduzierbarkeit der elektromechanisch ermittelten Werte deutlich herabgesetzt^[19]. Für das neue CADIAX Compact II sind bisher keine Studien zur Reliabilität verfügbar. Gegenüber dem Vorgängermodell wird in der neuen Version der Stylus nicht durch Federdruck, sondern über einen Magnetmechanismus auf der Schreibplatte fixiert, sodass die über die mechanische Verbindung zwischen den beiden Bögen einwirkenden Kräfte vermindert werden konnten.

Der Freecorder BlueFox verfügt als optoelektronisches System, im Gegensatz zu den elektromechanischen Systemen, über kein Gerät, das am Oberkiefer beziehungsweise Schädel befestigt werden muss und somit auch über keine mechanische Verbindung des Unterkieferbogens mit einem Oberkieferbogen. Weiterhin entfällt eine Kabelverbindung des Unterkieferbogens, der sich folglich durch ein geringes Gewicht bei minimierter Störung der Unterkieferbewegungen auszeichnet. Erkauft werden diese Vorteile mit einer starken Einschränkung des mobilen Einsatzes des Systems. Eine klinisch relevante und messtechnische Überlegenheit der optoelektronischen Systeme gegenüber den gelenknah elektromechanisch messenden Systemen scheint nicht zu bestehen^[20]. Beide Systeme liefern vergleichbare Werte für die Parameter des Kiefergelenks.

Gelenkfern aufzeichnende Systeme

Während in Laborversuchen die Unterschiede zwischen gelenknah und gelenkfern aufzeichnenden Systemen relativ gering ausfallen, zeigten klinische Untersuchungen, dass die gelenkfernen Aufzeichnungsverfahren eine höhere Streubreite aufweisen und nur mäßig mit den gelenknahen Aufzeichnungsverfahren korrelieren^[17]. Dem gegenüber zeigte eine Untersuchung mit dem ultraschallbasierten System ARCUSigma bei funktionell unauffälligen Probanden und Patienten mit Funktionsstörungen im Bereich der Kiefergelenke, dass in beiden Fällen eine den gelenknahen elektromechanischen Systemen vergleichbare Reproduzierbarkeit der Messergebnisse mit Abweichungen von weniger als $3,1^\circ$ für die sagittale Gelenkbahnneigung ermittelt werden konnte^[21]. Die Reliabilität der Ergebnisse bei Patienten mit Funktionsstörungen im Kiefergelenk erwies sich gegenüber funktionell unauffälligen Probanden als signifikant geringer. Inwieweit aber diese Unterschiede als klinisch relevant zu bewerten sind, kann mit der aktuell verfügbaren Literatur nicht beantwortet werden.

Fazit

Es stellt sich nun die Frage, inwieweit die Vermessung der Gelenkbahn einen Nutzen für den Patienten mit sich bringt. Dieser Nutzen kann in Form einer effektiveren Therapie, dem Unterlassen einer unnötigen Therapie oder der Vermeidung weiterer beziehungsweise anderer diagnostischer Maßnahmen bestehen. Gleichzeitig sollte die Gelenkbahnvermessung keinen Schaden am Patienten hervorrufen. Für die Gelenkbahnvermessung im Rahmen einer umfangreichen prothetischen Rehabilitation liegen aktuell keine sicheren Belege für einen direkten Nutzen für den Patienten vor. Eine Studie belegt sogar, dass bei Anfertigung von Totalprothesen durch die Anwendung umfangreicher Registriermaßnahmen kein zusätzlicher Nutzen für die Zufriedenheit des Patienten zu erreichen ist^[22]. Inwieweit der Patient im individuellen Fall von einer Gelenkbahnvermessung und der individuellen Programmierung des Artikulators dennoch profitieren kann, lässt sich nicht abschließend beantworten.

Obwohl eine Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde die instrumentelle Funktionsanalyse als ein wissenschaft-

lich anerkanntes Diagnoseverfahren darstellt^[1], wird über den Wert der Gelenkbahnaufzeichnung für funktionsdiagnostische und therapeutische Zwecke kontrovers diskutiert^[2]. Einige Autoren sehen durchaus Vorteile im Verfahren der Gelenkbahnvermessung. So nutzten Olaf Bernhardt und Kollegen die Axiografie bei Patienten mit unklaren Befunden bei der klinischen Kiefergelenkdiagnostik zur Einteilung von Erkrankungen in Mikro- und Makrotraumata und zur Einleitung einer entsprechenden Therapie^[23]. Es wurden weiterhin verschiedene Gelenkparameter – z. B. Länge der Gelenkbahn und Überkreuzungen der Gelenkbahnen – überprüft, um auf pathologische Veränderungen im Kiefergelenk Rückschlüsse ziehen zu können^[24]. Die einzelnen Gelenkparameter gewähren bisher allerdings keine zuverlässige Zuordnung zu spezifischen Diagnosen^[25, 26].

Ein Argument für die Anwendung elektronischer Verfahren bei der Kiefergelenkdiagnostik ist die starke Korrelation instrumentell gewonnener Befunde der Gelenkbahnvermessung mit den klinisch gewonnenen Befunden^[27]. Dieses Argument ist dahingehend wenig überzeugend, als dass es die Frage aufwirft, warum zusätzlich zum klinischen Befund eine instrumentelle Funktionsanalyse überhaupt sinnvoll ist, wenn hierdurch lediglich vorhandene Befunde bestätigt und keine therapeutisch relevanten neuen Informationen generiert werden. Da sich mit der elektronischen Gelenkbahnvermessung gesunde Probanden nicht zuverlässig von funktionell erkrankten Patienten unterscheiden lassen, besteht vielmehr sogar das Risiko einer falschen Diagnose und die Einleitung einer nicht indizierten Therapie. Daher wird der Einsatz instrumenteller Verfahren, wie der elektronischen Gelenkbahnvermessung, nur in Ausnahmefällen im Rahmen der Kiefergelenkdiagnostik empfohlen, wenn durch Anamnese und klinische Untersuchung keine klare Diagnose gestellt werden konnte^[28]. Inwieweit hierdurch aber ein Nutzen für den Patienten entsteht, kann derzeit nicht beantwortet werden. Teilweise wird daher der Wert dieses Verfahrens sogar auf ein reines Dokumentationsinstrument reduziert^[29]. Im Rahmen der Kiefergelenkdiagnostik bilden weiterhin die ärztliche Anamnese und die klinische Funktionsdiagnostik den Standard. Der Einsatz von Systemen zur elektronischen Gelenkbahnvermessung sollte – wenn überhaupt – nur zusätzlich erfolgen.

Schlussfolgerung

Die elektronische Vermessung der Gelenkbahn kann hauptsächlich aufgrund zweier Intentionen erfolgen. Während die Vermessung zum Zweck der Artikulatorprogrammierung im Laborversuch zu einer Verbesserung der okklusalen Parameter führte, steht ein Nachweis für die klinische Relevanz jedoch noch aus. Die Vermessung zum Zweck der Funktionsanalyse birgt die Gefahr einer Übertherapie und kann derzeit in der Praxis nur zur Verifizierung und Dokumentation von klinisch unklaren Gelenkpathologien empfohlen werden. Ihr Einsatzgebiet wird hauptsächlich in Lehre und Forschung gesehen. ■

Die Literaturliste kann bei der Redaktion angefordert werden.

Kontakt

Universität Leipzig – Poliklinik für Zahnärztliche
Prothetik und Werkstoffkunde
Nürnberger Straße 57
D-04103 Leipzig
www.prothetik-leipzig.de

Dr. Oliver Schierz

Leipzig, Deutschland

■ 1993-1994 Ausbildung zum Zahntechniker
■ 1995-2000 Studium der Zahnmedizin an der Universität
Leipzig ■ 2000 Zahnärztliche Approbation ■ 2004 Pro-
motion ■ seit 2000 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde des Universitäts-
klinikums Leipzig ■ seit 2005 Oberarzt an der Poliklinik für Zahnärztliche
Prothetik und Werkstoffkunde des Universitätsklinikums Leipzig



Kontakt: oliver.schierz@medizin.uni-leipzig.de

Dr. Daniel R. Reißmann

Hamburg, Deutschland

■ 1998-2003 Studium der Zahnmedizin an der Universität
Leipzig ■ 2003 Zahnärztliche Approbation ■ 2006 Promoti-
on ■ 2003-2008 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Poli-
klinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde des
Universitätsklinikums Leipzig ■ 2006-2008 Leitung der Kiefergelenksprech-
stunde an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik und Werkstoffkunde
des Universitätsklinikums Leipzig ■ seit 2008 Oberarzt an der Poliklinik für
Zahnärztliche Prothetik des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf



CAD/CAM VER(W)IRRT?

Wir bieten:

- Analyse
- Beratung
- Lösungen



simedada
offene Schnittstelle (STL)

Individuelle Beratung unter :
00352 266 404 1 – Herr Schütz