252 207

Mund Kiefer GesichtsChir (1998) 2 [Suppl 1]: S135–S138 © Springer-Verlag 1998

Ein neues Gerät für reproduzierbare Computertomographie zur verbesserten Diagnostik kieferchirurgischer pathologischer Befunde

T. Warnke, F. R. Carls, M. Nübler-Moritz, H. F. Sailer
Klinik für Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsspital Zürich

Zusammenfassung

Ziel dieser Untersuchung war es zu prüfen, inwieweit durch die Anwendung eines in unserer Klinik entwickelten, nicht röntgenopaken Kopfhalters die Diagnostik kieferchirurgischer pathologischer Befunde verbessert werden kann. In dieser prospektiven Studie wurden 103 Patienten mit kieferchirurgischen Krankheitsbildern präoperativ mit einem Philips-SR-7000-Computertomographen unter Verwendung eines Kraniostaten untersucht. Dieses Gerät ermöglicht es, den Kopf des Patienten an 3 Punkten zu fixieren (Meatus acusticus externus beidseits und Glabella/Nasenwurzel). Als Kontrollgruppe wurden die Computertomographien von 106 Patienten mit vergleichbaren Pathologien ausgewertet, die ohne Kopfhalter untersucht wurden. Die Anwendung des Kraniostaten ergab folgende Vorteile: 1. reproduzierbare CT-Schichtbilder, dadurch sehr genaue Erfassung des Krankheitsverlaufs, 2. weniger Bewegungsartefakte und 3. symmetrische Kopfpositionierung. Der beschriebene Kopfhalter kann dazu beitragen, die kieferchirurgische Diagnostik mittels Computertomographie zu verbessern, wenn eine symmetrische, reproduzierbare Kopfpositionierung erwünscht ist und mögliche Bewegungsartefakte ansonsten die Aussage beeinträchtigen würden.

Schlüsselwörter

Kopfhalter · Symmetrische Kopfpositionierung · Reproduzierbare Computertomographie · Vermeidung von Bewegungsartefakten

Fortschritte auf dem Gebiet der bildgebenden Diagnostik haben die kieferchirurgischen Behandlungsmöglichkeiten wesentlich erweitert und die Präzision von operativen Eingriffen im Gesichtsschädelbereich erhöht. Seit ihrer Einführung durch Hounsfield vor mehr als 20 Jahren [1, 4] ist die Computertomographie (CT) eine etablierte Routinemethode für die Beurteilung kieferchirurgischer Krankheitsbilder geworden. Der hohen Genauigkeit der maßstabgetreuen Darstellung anatomischer Strukturen stehen jedoch einige Einschränkungen gegenüber: Eine exakt symmetrische Positionierung des Kopfs des Patienten ist nicht immer zu erreichen. Bei Wiederholungsuntersuchungen gelingt es kaum, den Kopf erneut in die gleiche Lage zu bringen, so daß nicht immer identische Schichtbilder produziert werden können. Darüber hinaus kommt es gelegentlich zu Bewegungsartefakten, die v. a. bei Reformatierungen (z. B. dreidimensionalen Darstellungen von CT-Bildern, Denta-Scans) die Aussage der Untersuchung in Frage stellen können [9]. Ziel dieser Studie war es daher zu prüfen, inwieweit diese Nachteile durch die reproduzierbare Lagerung des Kopfs des Patienten in einer speziellen Halterung vermieden werden können.

Material und Methode

Ausgehend von einem Kraniostaten für die Erstellung von reproduzierbaren, linearen Kiefergelenktomogrammen [2, 3] wurde ein für die axiale Computertomographie geeigneter Kopfhalter aus Bauxelit (Mischung aus Harz und Zellulose) hergestellt. Die Schrauben und Auflageflächen bestehen aus Kunststoffen, so daß keine Störungen der Bildgebung durch Metallartefakte auftreten. Ein Schlitz in der Bodenplatte des Halters nimmt das Kopfende der Platte des CT-Tisches auf; darüber hinaus erfolgt eine Befestigung über 7 Schrauben. Der Kopf des Patienten kann durch Positionierung von entsprechend geformten Kunststoffteilen

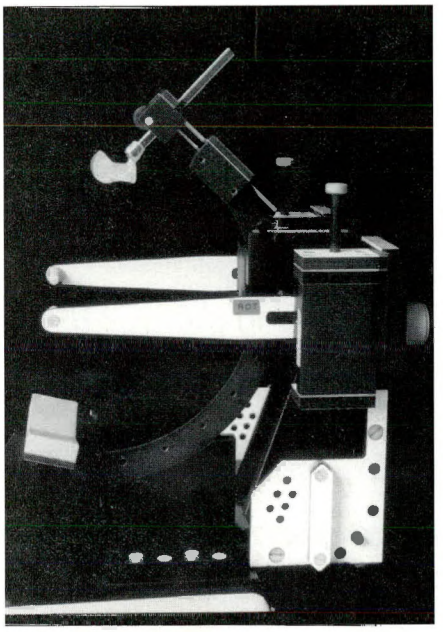


Abb. 1. Kopfhalter in Seitenansicht: Kopfauflage sowie die Positionierungseinrichtung für Nase und Ohren sind individuell einstellbar und mittels Skalen ablesbar

Dr. Dr. T. Warnke, Klinik für Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsspital Zürich, Frauenklinikstraße 10, CH-8091 Zürich

Mund Kiefer GesichtsChir
(1998) 2 [Suppl 1]: S135–S138
© Springer-Verlag 1998

A new device for reproducible computed tomography improving diagnosis of maxillofacial pathology

T. Warnke, F. R. Carls,
M. Nübler-Moritz, H. F. Sailer

Summary

The aim of this study was the evaluation of a newly developed radiotranslucent headholder (craniostat) in order to improve diagnosis of maxillofacial pathology. In this prospective study, 103 patients with maxillofacial pathology were examined preoperatively with a Philips SR 7000 computed tomograph using this craniostat. The apparatus was applied fixing the patient's head at three points (meatus acusticus externus on both sides and the glabella). The control group consisted of 106 patients with similar pathology who were examined by computed tomography without a headholder. The application of the craniostat resulted in the following advantageous findings: (1) reproducible CT scans, therefore very precise assessment of the course of a disease; (2) fewer motion artifacts; and (3) symmetrical posture of the patient's head. This headholder is helpful in improving maxillofacial diagnosis by computed tomography if a symmetrical, reproducible posture of the patient's head is to be achieved and motion artifacts could otherwise make the interpretation of the resulting images much more difficult.

Key words

Headholder · Symmetrical posture of the patient's head · Reproducible computed tomography · Avoidance of motion artifacts

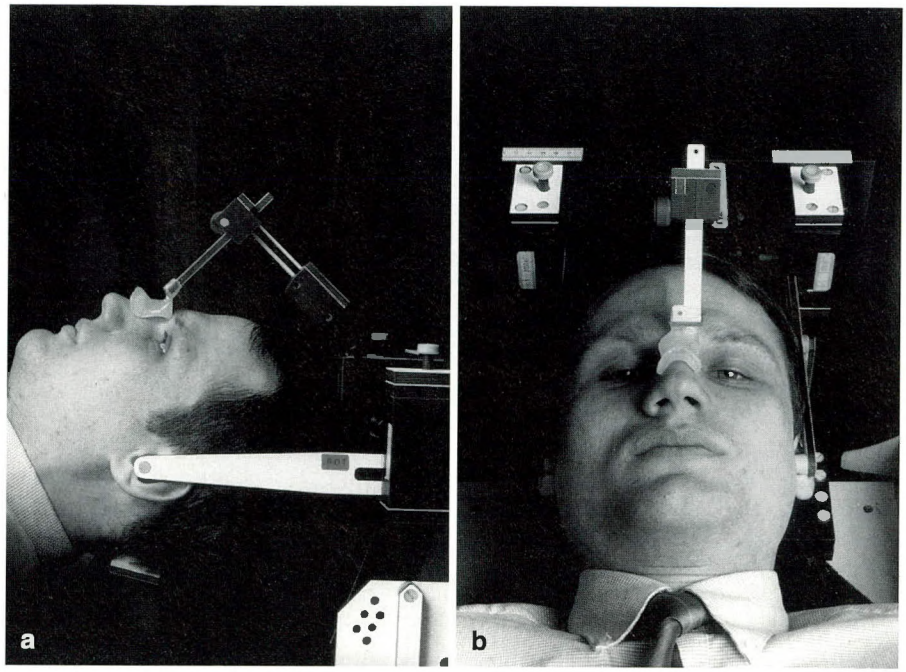


Abb. 2a, b. Klinische Anwendung des Kopfhalters: **a** Seitenansicht, **b** Ansicht von vorne/oben: Der Patient kann durch die Fixierung in 3 Punkten (Meatus acusticus externus beidseits und Glabella/Nasenwurzel) reproduzierbar positioniert werden

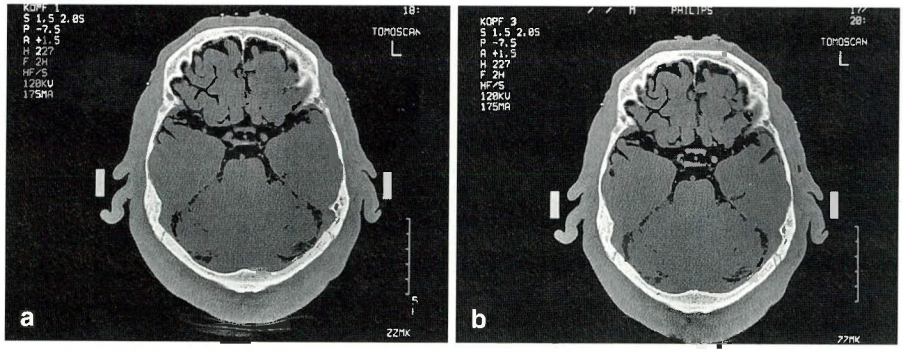


Abb. 3a, b. 1,5-mm-CT-Schichten eines Kopfs mit 1mm großen Markierungskugeln zur Evaluation der Reproduzierbarkeit: **a** Ausgangsbild: 5 Markierungskugeln wurden an der Stirnhaut fixiert, **b** Kontrollbild nach Entfernung des Kopfs aus dem Halter sowie des Kraniostaten vom CT-Tisch und nachfolgender gleichartiger Positionierung von Kopf und Halter: 4 Markierungskugeln befinden sich in der gleichen 1,5-mm-CT-Schicht

im Bereich der Glabella/Nasenwurzel und des Meatus acusticus externus beidseits an 3 Punkten fixiert werden. Alle Einstellungen von beweglichen Halterungen sind an Skalen ablesbar, so daß die genaue Position des Patientenkopfs mittels eines Protokolls aufgezeichnet werden kann (Abb. 1, 2). Darüber hinaus werden die für die Lagerung, die Schichtauswahl und die Bildvergrößerung und -lage wichtigen Werte dokumentiert. Dadurch wird es grundsätzlich ermöglicht, bei einer Wiederholungsuntersuchung die CT-Bilder in reproduzierbarer Weise erneut zu erstellen.

Um zu prüfen, ob diese Methode eine hinreichende Genauigkeit aufweist, wurde in einer Pilotstudie zunächst ein Kopf aus dem Anatomischen Institut unserer Universität in der oben angegebenen Weise in den Kraniostaten eingebracht. Auf der frontalen und temporalen Epidermis wurden insgesamt 5 Stahlkugeln (Durchmesser 1mm) befestigt, so daß sie in einer Ebene lagen. Anschließend wurden in diesem Bereich mit einem Philips-SR-7000-Computertomographiegerät (Philips Medical Systems, Best, Niederlande) Scans der Schichtdicke 1,5 mm angefertigt (Abb. 3a). Danach wurden Kopf und Halter separat entfernt. Dieses Vorgehen wurde insgesamt 5mal wiederholt. Bei diesen 5 Wiederholungsuntersuchungen lagen in 3 Fällen jeweils 4 Stahlkugeln in der gleichen 1,5-mm-Schicht und 2mal jeweils alle 5 Stahlkugeln (Abb. 3b).

In den folgenden 11 Monaten wurde der CT-Kraniostat insgesamt bei 103 kieferchirurgi-

schen Patienten (44 m, 59 w) eingesetzt; die CT-Schichtdicke betrug 1,5 mm. Der Altersmedian lag bei 35 Jahren (Spannweite 5–77 Jahre). Drei der Patienten wurden im betreffenden Zeitraum ein 2. Mal mit dem Kopfhalter untersucht. In 20 der 103 Fällen wurden Unterkiefer-Denta-Scans durchgeführt.

Zum Vergleich wurden 86 konsekutive Computertomographien der Schichtdicke 1,5 mm sowie 20 aufeinanderfolgende Unterkiefer-Denta-Scans ohne Kraniostat beurteilt. In dieser Kontrollgruppe mit ähnlichen Pathologien lag der Altersmedian bei 38 Jahren (Spannweite 6–80 Jahre; 49 m, 57 w); diese Patienten wurden alle nur jeweils 1mal untersucht.

Die Auswertung der Computertomographien erfolgte anhand folgender 3 Kriterien:

1. Reproduzierbarkeit: Die Bilder der Patienten, die 2fach mit dem Kopfhalter untersucht worden waren, wurden daraufhin geprüft, ob dieselben anatomischen Strukturen in der gleichen Schicht zur Darstellung kamen, evtl. Abweichungen wurden ausgemessen.
2. Bewegungsartefakte: Die jeweils 20 Unterkiefer-Denta-Scans in der Kraniostat- und in der Vergleichsgruppe wurden auf Stufenbildungen durchgesehen, die einem Bewegungsartefakt entsprechen.
3. Symmetrische Kopfpositionierung: Lateral gelegene, charakterische Knochenstrukturen (z.B. Ober- und Unterrand des Meatus acusticus externus) wurden daraufhin untersucht, ob sie in der gleichen Schicht dargestellt wurden; mögliche Unterschiede wurden dokumentiert.

Ergebnisse

Die 3 jeweils 2mal mit Kraniostat durchgeführten Computertomographien zeigten in 2 Fällen die anatomischen Strukturen in der gleichen 1,5-mm-Schicht (Abb. 4). Bei einem Patienten zeigte sich eine Abweichung von einer Schichtdicke.

Bei 2 von 20 Unterkiefer-Denta-Scans der Kraniostat-Gruppe und bei 8 der 20 Unterkiefer-Denta-Scans der Kontrollgruppe ergaben sich Bewegungsartefakte.

Hinsichtlich der symmetrischen Kopfpositionierung lagen die lateralen Knochenstrukturen in der Kraniostatgruppe in 96 Fällen in der gleichen Ebene oder in einer der beiden benachbarten 1,5-mm-Schichten; bei 10 Untersuchungen lag die seitliche Knochenstruktur um genau 2 Schichten von der der Gegenseite entfernt.

In der Kontrollgruppe lag in 52 Fällen der laterale ossäre Orientierungspunkt in der gleichen Ebene oder eine 1,5-mm-Schicht entfernt, bei 36 Patienten betrug der Unterschied im Seitenvergleich genau 2 1,5-mm-Schichten, und bei 18 Untersuchungen zeigte sich eine Abweichung um mehr als 2 1,5-mm-Scans.

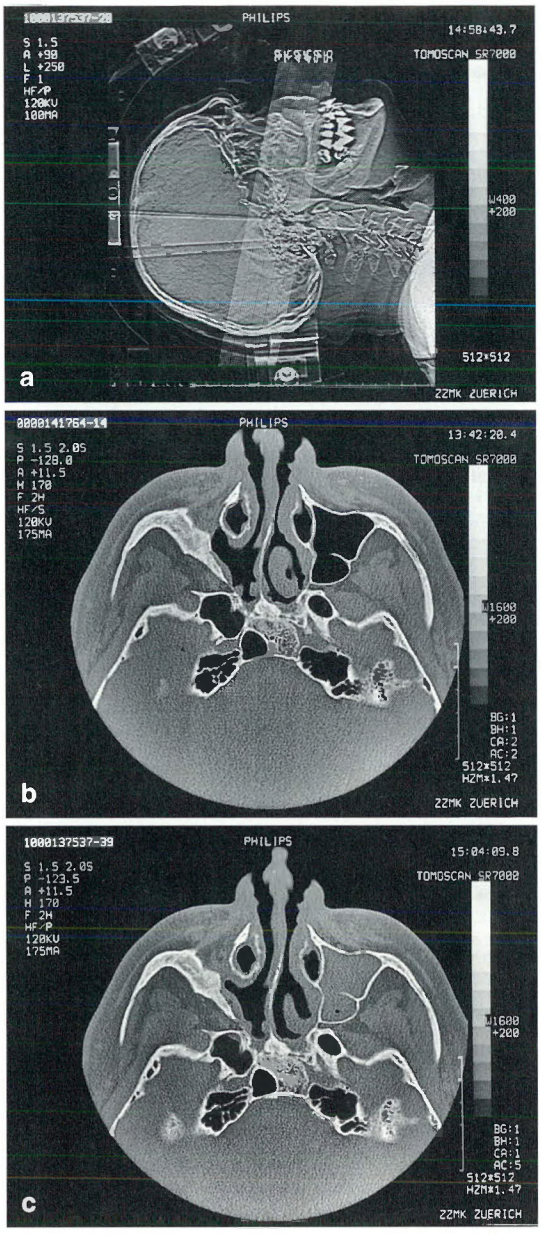


Abb. 4a–c. Mit Kopfhalter erstellte CT-Aufnahmen: **a** Planungsaufnahme: der strahlentransparente Kopfhalter führt zu keiner Beeinträchtigung bei der Festlegung der CT-Schichten, **b** axiale 1,5-mm-CT-Schicht: die symmetrische Positionierung des Patienten ermöglicht einen präzisen Seitenvergleich. Vor 12 Jahren erfolgte eine Operation der rechten Kieferhöhle nach Caldwell-Luc *(linke Bildhälfte)*. Auf der Gegenseite zeigt sich der Sinus maxillaris weichteildicht verschattet, **c** Kontrollaufnahme nach 6 Monaten: gut reproduzierte Positionierung des Patienten; weitgehend unauffällige Darstellung des Sinus maxillaris *(rechte Bildhälfte)*

Diskussion

Da der Median der Differenz zwischen Messungen anatomischer Distanzen direkt am Schädel und auf dem CT-Film < 1% liegt [8], erscheint es sinnvoll, auch die Kopfpositionierung entsprechend genau vorzunehmen und zu dokumentieren [6]. Dieses Ziel ist insbesondere auf dem Gebiet der Radiotherapieplanung und -durchführung [10], der Radiochirurgie [7], der Positronenemissionstomographie, der Magnetresonanztomographie und auch der Computertomographie [5] bereits mittels anderer Apparaturen verfolgt worden. Bisher hat sich die routinemäßige Anwendung allerdings nur in der Strahlenbehandlung durchsetzen können.

In diesem Bereich werden in der Regel individuelle Gesichtsmasken verwendet, die sich allerdings bei einer Evaluation der Reproduzierbarkeit im direkten Vergleich mit dem Kraniostaten am Kopfpräparat als unterlegen erwiesen haben. Sie sind selbst in erhärtetem Zustand noch verformbar, was

auf den Kraniostaten nur in deutlich geringerem Maß zutrifft. Zudem müssen die Masken jedesmal individuell angefertigt werden, was zu zusätzlichen Kosten führt. Auf der anderen Seite sind sie bei jeder denkbaren Anatomie anwendbar. Das trifft auf den Kraniostaten nicht zu: Meatus acusticus externus und Glabella/Nasenwurzel müssen vorhanden sein.

Hinsichtlich des Einsatzes des in dieser Studie verwendeten Kraniostaten läßt sich feststellen:

1. In den bisherigen Untersuchungen war die Reproduzierbarkeit auf 1,5 mm genau; sie sollte an einem größeren Patientenkollektiv überprüft werden.
2. Die Anzahl der Bewegungsartefakte wird durch die Fixierung des Patienten deutlich reduziert. Bei gesicherter Interkuspidation trifft das auch für Unterkieferuntersuchungen zu, weil der Patient bei fester Schädelposition die Mandibula durch Heranziehen an den Oberkiefer relativ leicht in der gleichen Position halten kann. Unterkiefer-Denta-Scans eignen sich besonders für die Bestimmung der Frequenz von Bewegungsartefakten, weil sie häufig und grundsätzlich in gleicher Weise durchgeführt werden und dabei nicht selten Bewegungsartefakte auftreten.
3. Die symmetrische Kopfpositionierung wird durch den Kraniostaten wesentlich unterstützt. Die metrische Evaluation von Asymmetrien, beispielsweise nach in Dislokation konsolidierter Jochbeinfraktur (wie in Abb. 4), ist dadurch präziser möglich.

Insgesamt kann die Verwendung eines Kopfhalters immer dann in Betracht gezogen werden, wenn eine Wiederholungsuntersuchung absehbar ist (z. B. Status nach Entfernung eines größeren Ameloblastoms im Oberkiefer mit entsprechender Rezidivgefahr), bei (quantitativer) Erfassung von Asymmetrien sowie bei CT-Reformatierungen und dreidimensionalen CT-Anwendungen (erschwerte Interpretation bei möglichen Bewegungsartefakten).

Literatur

1. Cormack AM (1964) Representation of a function by its line integrals with some radiological applications, II. J Appl Phys 35: 2908–2913
2. Engelke W (1987) Verwendung von technischen Hilfsmitteln zur Qualitätssicherung in der maxillofacialen Radiologie. Dtsch Zahnärztl Z 42: 35–39
3. Engelke W, Colla E (1991) Lineare Tomographie und Zonarc-TMJ-Programm. Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir 15: 311–320
4. Hounsfield GN (1973) Computerized axial scanning (tomography): part I. Description of the system. Br J Radiol 46: 1016–1022
5. Kearfott KJ, Rottenberg DA, Knowles RJ (1984) A new headholder for PET, CT and NMR imaging. J Comput Assist Tomogr 8: 1217–1220
6. Matteson SR, Bechtold W, Phillips C, Staab EV (1989) A method for three-dimensional image reformation for quantitative cephalometric analysis. J Oral Maxillofac Surg 47: 1053–1061
7. Valentino V, Mirri MA, Schinaia G, Dalle Ore G (1993) Linear accelerator and Greitz-Bergstrom's head fixation system in radiosurgery of single cerebral metastases. A report of 86 cases. Acta Neurochir (Wien) 121: 140–145
8. Watzman AA, Posnick JC, Armstrong DC, Pron GE (1992) Craniofacial skeletal measurements based on computed tomography: part I. Accuracy and reproducibility. Cleft Palate Craniofac J 29: 112–136
9. Warnke T, Carls FR, Sailer HF (1996) A new method for assessing the temporomandibular joint quantitatively by dental scan. J Craniomaxillofac Surg 24: 168–172
10. Willich N, Rohloff R, Krimmal K, Stobl M (1984) Individuelle Gesichtsmasken als Hilfsmittel bei der Quasi-3-D-Planung und Durchführung der Bestrahlung von Tumoren im Kopf-Hals-Bereich. Strahlentherapie 160: 557–561

Mund Kiefer GesichtsChir (1998) 2 [Suppl 1]: S135–S138 © Springer-Verlag 1998

Ein neues Gerät für reproduzierbare Computertomographie zur verbesserten Diagnostik kieferchirurgischer pathologischer Befunde

T. Warnke, F. R. Carls, M. Nübler-Moritz, H. F. Sailer
Klinik für Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsspital Zürich

Zusammenfassung

Ziel dieser Untersuchung war es zu prüfen, inwieweit durch die Anwendung eines in unserer Klinik entwickelten, nicht röntgenopaken Kopfhalters die Diagnostik kieferchirurgischer pathologischer Befunde verbessert werden kann. In dieser prospektiven Studie wurden 103 Patienten mit kieferchirurgischen Krankheitsbildern präoperativ mit einem Philips-SR-7000-Computertomographen unter Verwendung eines Kraniostaten untersucht. Dieses Gerät ermöglicht es, den Kopf des Patienten an 3 Punkten zu fixieren (Meatus acusticus externus beidseits und Glabella/Nasenwurzel). Als Kontrollgruppe wurden die Computertomographien von 106 Patienten mit vergleichbaren Pathologien ausgewertet, die ohne Kopfhalter untersucht wurden. Die Anwendung des Kraniostaten ergab folgende Vorteile: 1. reproduzierbare CT-Schichtbilder, dadurch sehr genaue Erfassung des Krankheitsverlaufs, 2. weniger Bewegungsartefakte und 3. symmetrische Kopfpositionierung. Der beschriebene Kopfhalter kann dazu beitragen, die kieferchirurgische Diagnostik mittels Computertomographie zu verbessern, wenn eine symmetrische, reproduzierbare Kopfpositionierung erwünscht ist und mögliche Bewegungsartefakte ansonsten die Aussage beeinträchtigen würden.

Schlüsselwörter

Kopfhalter · Symmetrische Kopfpositionierung · Reproduzierbare Computertomographie · Vermeidung von Bewegungsartefakten

Fortschritte auf dem Gebiet der bildgebenden Diagnostik haben die kieferchirurgischen Behandlungsmöglichkeiten wesentlich erweitert und die Präzision von operativen Eingriffen im Gesichtsschädelbereich erhöht. Seit ihrer Einführung durch Hounsfield vor mehr als 20 Jahren [1, 4] ist die Computertomographie (CT) eine etablierte Routinemethode für die Beurteilung kieferchirurgischer Krankheitsbilder geworden. Der hohen Genauigkeit der maßstabgetreuen Darstellung anatomischer Strukturen stehen jedoch einige Einschränkungen gegenüber: Eine exakt symmetrische Positionierung des Kopfs des Patienten ist nicht immer zu erreichen. Bei Wiederholungsuntersuchungen gelingt es kaum, den Kopf erneut in die gleiche Lage zu bringen, so daß nicht immer identische Schichtbilder produziert werden können. Darüber hinaus kommt es gelegentlich zu Bewegungsartefakten, die v. a. bei Reformatierungen (z. B. dreidimensionalen Darstellungen von CT-Bildern, Denta-Scans) die Aussage der Untersuchung in Frage stellen können [9]. Ziel dieser Studie war es daher zu prüfen, inwieweit diese Nachteile durch die reproduzierbare Lagerung des Kopfs des Patienten in einer speziellen Halterung vermieden werden können.

Material und Methode

Ausgehend von einem Kraniostaten für die Erstellung von reproduzierbaren, linearen Kiefergelenktomogrammen [2, 3] wurde ein für die axiale Computertomographie geeigneter Kopfhalter aus Bauxelit (Mischung aus Harz und Zellulose) hergestellt. Die Schrauben und Auflageflächen bestehen aus Kunststoffen, so daß keine Störungen der Bildgebung durch Metallartefakte auftreten. Ein Schlitz in der Bodenplatte des Halters nimmt das Kopfende der Platte des CT-Tisches auf; darüber hinaus erfolgt eine Befestigung über 7 Schrauben. Der Kopf des Patienten kann durch Positionierung von entsprechend geformten Kunststoffteilen

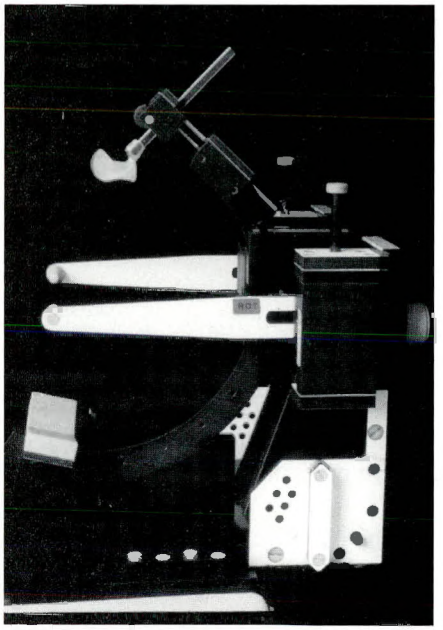


Abb. 1. Kopfhalter in Seitenansicht: Kopfauflage sowie die Positionierungseinrichtung für Nase und Ohren sind individuell einstellbar und mittels Skalen ablesbar

Dr. Dr. T. Warnke, Klinik für Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsspital Zürich, Frauenklinikstraße 10, CH-8091 Zürich

Mund Kiefer GesichtsChir
(1998) 2 [Suppl 1]: S135–S138
© Springer-Verlag 1998

A new device for reproducible computed tomography improving diagnosis of maxillofacial pathology

T. Warnke, F. R. Carls,
M. Nübler-Moritz, H. F. Sailer

Summary

The aim of this study was the evaluation of a newly developed radiotranslucent headholder (craniostat) in order to improve diagnosis of maxillofacial pathology. In this prospective study, 103 patients with maxillofacial pathology were examined preoperatively with a Philips SR 7000 computed tomograph using this craniostat. The apparatus was applied fixing the patient's head at three points (meatus acusticus externus on both sides and the glabella). The control group consisted of 106 patients with similar pathology who were examined by computed tomography without a headholder. The application of the craniostat resulted in the following advantageous findings: (1) reproducible CT scans, therefore very precise assessment of the course of a disease; (2) fewer motion artifacts; and (3) symmetrical posture of the patient's head. This headholder is helpful in improving maxillofacial diagnosis by computed tomography if a symmetrical, reproducible posture of the patient's head is to be achieved and motion artifacts could otherwise make the interpretation of the resulting images much more difficult.

Key words

Headholder · Symmetrical posture of the patient's head · Reproducible computed tomography · Avoidance of motion artifacts

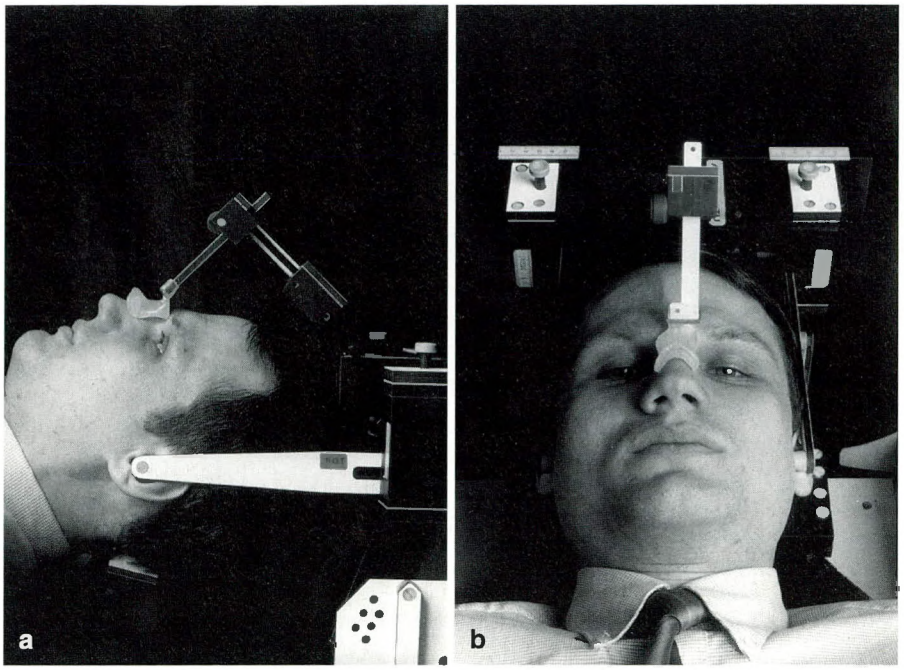


Abb. 2 a, b. Klinische Anwendung des Kopfhalters: **a** Seitenansicht, **b** Ansicht von vorne/oben: Der Patient kann durch die Fixierung in 3 Punkten (Meatus acusticus externus beidseits und Glabella/Nasenwurzel) reproduzierbar positioniert werden

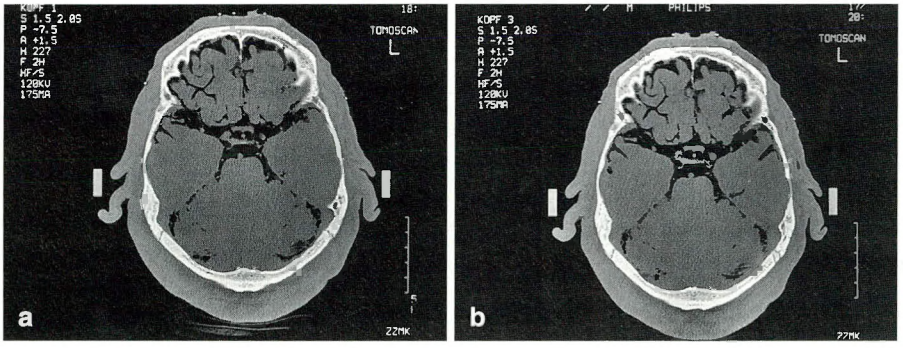


Abb. 3 a, b. 1,5-mm-CT-Schichten eines Kopfs mit 1mm großen Markierungskugeln zur Evaluation der Reproduzierbarkeit: **a** Ausgangsbild: 5 Markierungskugeln wurden an der Stirnhaut fixiert, **b** Kontrollbild nach Entfernung des Kopfs aus dem Halter sowie des Kraniostaten vom CT-Tisch und nachfolgender gleichartiger Positionierung von Kopf und Halter: 4 Markierungskugeln befinden sich in der gleichen 1,5-mm-CT-Schicht

im Bereich der Glabella/Nasenwurzel und des Meatus acusticus externus beidseits an 3 Punkten fixiert werden. Alle Einstellungen von beweglichen Halterungen sind an Skalen ablesbar, so daß die genaue Position des Patientenkopfs mittels eines Protokolls aufgezeichnet werden kann (Abb. 1, 2). Darüber hinaus werden die für die Lagerung, die Schichtauswahl und die Bildvergrößerung und -lage wichtigen Werte dokumentiert. Dadurch wird es grundsätzlich ermöglicht, bei einer Wiederholungsuntersuchung die CT-Bilder in reproduzierbarer Weise erneut zu erstellen.

Um zu prüfen, ob diese Methode eine hinreichende Genauigkeit aufweist, wurde in einer Pilotstudie zunächst ein Kopf aus dem Anatomischen Institut unserer Universität in der oben angegebenen Weise in den Kraniostaten eingebracht. Auf der frontalen und temporalen Epidermis wurden insgesamt 5 Stahlkugeln (Durchmesser 1mm) befestigt, so daß sie in einer Ebene lagen. Anschließend wurden in diesem Bereich mit einem Philips-SR-7000-Computertomographiegerät (Philips Medical Systems, Best, Niederlande) Scans der Schichtdicke 1,5 mm angefertigt (Abb. 3 a). Danach wurden Kopf und Halter separat entfernt. Dieses Vorgehen wurde insgesamt 5mal wiederholt. Bei diesen 5 Wiederholungsuntersuchungen lagen in 3 Fällen jeweils 4 Stahlkugeln in der gleichen 1,5-mm-Schicht und 2mal jeweils alle 5 Stahlkugeln (Abb. 3 b).

In den folgenden 11 Monaten wurde der CT-Kraniostat insgesamt bei 103 kieferchirurgi-

schen Patienten (44 m, 59 w) eingesetzt; die CT-Schichtdicke betrug 1,5 mm. Der Altersmedian lag bei 35 Jahren (Spannweite 5–77 Jahre). Drei der Patienten wurden im betreffenden Zeitraum ein 2. Mal mit dem Kopfhalter untersucht. In 20 der 103 Fällen wurden Unterkiefer-Denta-Scans durchgeführt.

Zum Vergleich wurden 86 konsekutive Computertomographien der Schichtdicke 1,5 mm sowie 20 aufeinanderfolgende Unterkiefer-Denta-Scans ohne Kraniostat beurteilt. In dieser Kontrollgruppe mit ähnlichen Pathologien lag der Altersmedian bei 38 Jahren (Spannweite 6–80 Jahre; 49 m, 57 w); diese Patienten wurden alle nur jeweils 1mal untersucht.

Die Auswertung der Computertomographien erfolgte anhand folgender 3 Kriterien:

1. Reproduzierbarkeit: Die Bilder der Patienten, die 2fach mit dem Kopfhalter untersucht worden waren, wurden daraufhin geprüft, ob dieselben anatomischen Strukturen in der gleichen Schicht zur Darstellung kamen, evtl. Abweichungen wurden ausgemessen.
2. Bewegungsartefakte: Die jeweils 20 Unterkiefer-Denta-Scans in der Kraniostat- und in der Vergleichsgruppe wurden auf Stufenbildungen durchgesehen, die einem Bewegungsartefakt entsprechen.
3. Symmetrische Kopfpositionierung: Lateral gelegene, charakterische Knochenstrukturen (z.B. Ober- und Unterrand des Meatus acusticus externus) wurden daraufhin untersucht, ob sie in der gleichen Schicht dargestellt wurden; mögliche Unterschiede wurden dokumentiert.

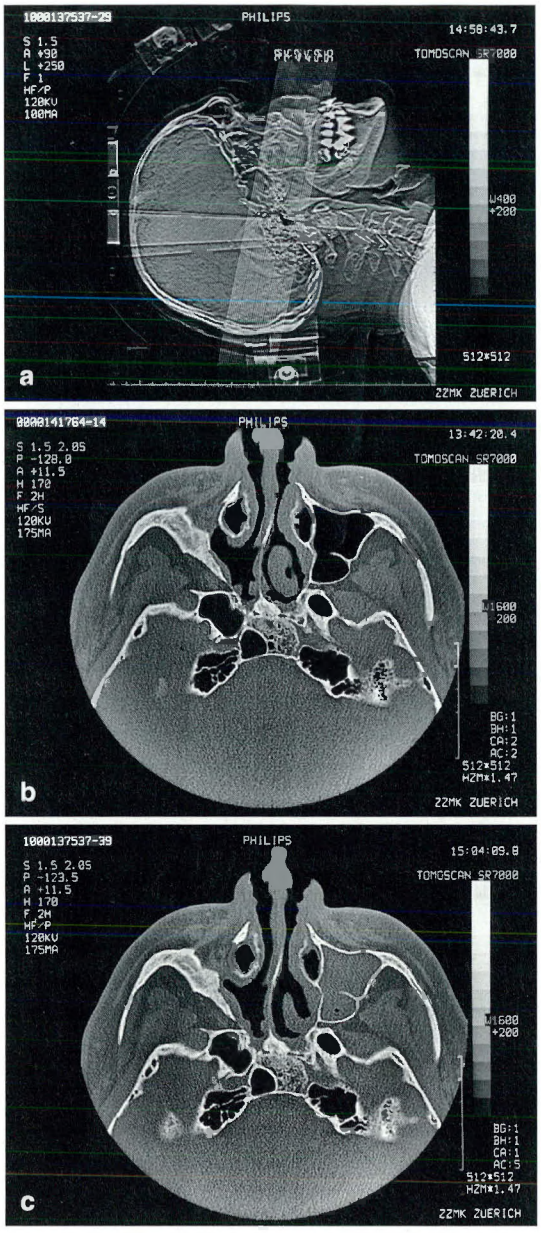


Abb. 4a–c. Mit Kopfhalter erstellte CT-Aufnahmen: **a** Planungsaufnahme: der strahlentransparente Kopfhalter führt zu keiner Beeinträchtigung bei der Festlegung der CT-Schichten, **b** axiale 1,5-mm-CT-Schicht: die symmetrische Positionierung des Patienten ermöglicht einen präzisen Seitenvergleich. Vor 12 Jahren erfolgte eine Operation der rechten Kieferhöhle nach Caldwell-Luc *(linke Bildhälfte)*. Auf der Gegenseite zeigt sich der Sinus maxillaris weichteildicht verschattet, **c** Kontrollaufnahme nach 6 Monaten: gut reproduzierte Positionierung des Patienten; weitgehend unauffällige Darstellung des Sinus maxillaris *(rechte Bildhälfte)*

Ergebnisse

Die 3 jeweils 2mal mit Kraniostat durchgeführten Computertomographien zeigten in 2 Fällen die anatomischen Strukturen in der gleichen 1,5-mm-Schicht (Abb. 4). Bei einem Patienten zeigte sich eine Abweichung von einer Schichtdicke.

Bei 2 von 20 Unterkiefer-Denta-Scans der Kraniostat-Gruppe und bei 8 der 20 Unterkiefer-Denta-Scans der Kontrollgruppe ergaben sich Bewegungsartefakte.

Hinsichtlich der symmetrischen Kopfpositionierung lagen die lateralen Knochenstrukturen in der Kraniostatgruppe in 96 Fällen in der gleichen Ebene oder in einer der beiden benachbarten 1,5-mm-Schichten; bei 10 Untersuchungen lag die seitliche Knochenstruktur um genau 2 Schichten von der der Gegenseite entfernt.

In der Kontrollgruppe lag in 52 Fällen der laterale ossäre Orientierungspunkt in der gleichen Ebene oder eine 1,5-mm-Schicht entfernt, bei 36 Patienten betrug der Unterschied im Seitenvergleich genau 2 1,5-mm-Schichten, und bei 18 Untersuchungen zeigte sich eine Abweichung um mehr als 2 1,5-mm-Scans.

Diskussion

Da der Median der Differenz zwischen Messungen anatomischer Distanzen direkt am Schädel und auf dem CT-Film < 1% liegt [8], erscheint es sinnvoll, auch die Kopfpositionierung entsprechend genau vorzunehmen und zu dokumentieren [6]. Dieses Ziel ist insbesondere auf dem Gebiet der Radiotherapieplanung und -durchführung [10], der Radiochirurgie [7], der Positronenemissionstomographie, der Magnetresonanztomographie und auch der Computertomographie [5] bereits mittels anderer Apparaturen verfolgt worden. Bisher hat sich die routinemäßige Anwendung allerdings nur in der Strahlenbehandlung durchsetzen können.

In diesem Bereich werden in der Regel individuelle Gesichtsmasken verwendet, die sich allerdings bei einer Evaluation der Reproduzierbarkeit im direkten Vergleich mit dem Kraniostaten am Kopfpräparat als unterlegen erwiesen haben. Sie sind selbst in erhärtetem Zustand noch verformbar, was

auf den Kraniostaten nur in deutlich geringerem Maß zutrifft. Zudem müssen die Masken jedesmal individuell angefertigt werden, was zu zusätzlichen Kosten führt. Auf der anderen Seite sind sie bei jeder denkbaren Anatomie anwendbar. Das trifft auf den Kraniostaten nicht zu: Meatus acusticus externus und Glabella/Nasenwurzel müssen vorhanden sein.

Hinsichtlich des Einsatzes des in dieser Studie verwendeten Kraniostaten läßt sich feststellen:

1. In den bisherigen Untersuchungen war die Reproduzierbarkeit auf 1,5 mm genau; sie sollte an einem größeren Patientenkollektiv überprüft werden.
2. Die Anzahl der Bewegungsartefakte wird durch die Fixierung des Patienten deutlich reduziert. Bei gesicherter Interkuspidation trifft das auch für Unterkieferuntersuchungen zu, weil der Patient bei fester Schädelposition die Mandibula durch Heranziehen an den Oberkiefer relativ leicht in der gleichen Position halten kann. Unterkiefer-Denta-Scans eignen sich besonders für die Bestimmung der Frequenz von Bewegungsartefakten, weil sie häufig und grundsätzlich in gleicher Weise durchgeführt werden und dabei nicht selten Bewegungsartefakte auftreten.
3. Die symmetrische Kopfpositionierung wird durch den Kraniostaten wesentlich unterstützt. Die metrische Evaluation von Asymmetrien, beispielsweise nach in Dislokation konsolidierter Jochbeinfraktur (wie in Abb. 4), ist dadurch präziser möglich.

Insgesamt kann die Verwendung eines Kopfhalters immer dann in Betracht gezogen werden, wenn eine Wiederholungsuntersuchung absehbar ist (z. B. Status nach Entfernung eines größeren Ameloblastoms im Oberkiefer mit entsprechender Rezidivgefahr), bei (quantitativer) Erfassung von Asymmetrien sowie bei CT-Reformatierungen und dreidimensionalen CT-Anwendungen (erschwerte Interpretation bei möglichen Bewegungsartefakten).

Literatur

1. Cormack AM (1964) Representation of a function by its line integrals with some radiological applications, II. J Appl Phys 35: 2908–2913
2. Engelke W (1987) Verwendung von technischen Hilfsmitteln zur Qualitätssicherung in der maxillofacialen Radiologie. Dtsch Zahnärztl Z 42: 35–39
3. Engelke W, Colla E (1991) Lineare Tomographie und Zonarc-TMJ-Programm. Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir 15: 311–320
4. Hounsfield GN (1973) Computerized axial scanning (tomography): part I. Description of the system. Br J Radiol 46: 1016–1022
5. Kearfott KJ, Rottenberg DA, Knowles RJ (1984) A new headholder for PET, CT and NMR imaging. J Comput Assist Tomogr 8: 1217–1220
6. Matteson SR, Bechtold W, Phillips C, Staab EV (1989) A method for three-dimensional image reformation for quantitative cephalometric analysis. J Oral Maxillofac Surg 47: 1053–1061
7. Valentino V, Mirri MA, Schinaia G, Dalle Ore G (1993) Linear accelerator and Greitz-Bergstrom's head fixation system in radiosurgery of single cerebral metastases. A report of 86 cases. Acta Neurochir (Wien) 121: 140–145
8. Watzman AA, Posnick JC, Armstrong DC, Pron GE (1992) Craniofacial skeletal measurements based on computed tomography: part I. Accuracy and reproducibility. Cleft Palate Craniofac J 29: 112–136
9. Warnke T, Carls FR, Sailer HF (1996) A new method for assessing the temporomandibular joint quantitatively by dental scan. J Craniomaxillofac Surg 24: 168–172
10. Willich N, Rohloff R, Krimmal K, Stobl M (1984) Individuelle Gesichtsmasken als Hilfsmittel bei der Quasi-3-D-Planung und Durchführung der Bestrahlung von Tumoren im Kopf-Hals-Bereich. Strahlentherapie 160: 557–561