Methodik zur quantitativen Erfassung dreidimensionaler Gesichtsasymmetrie

Autoren_Dr. Dr. S. Jung, K. Krückemeier, Priv.-Doz. Dr. rer. nat. D. Dirksen, Prof. Dr. med. Dr. med. dent. J. Kleinheinz

_Abstrakt

In der Analyse der hart- und weichgewebigen fazialen Strukturen kommt der Bestimmung der Symmetrieverhältnisse besondere Bedeutung zu. Den meisten etablierten Methodiken ist anzulasten, dass sie stark untersucherabhängig sind und keine objektivierbaren Messergebnisse liefern.
Ziel dieser Untersuchung ist die Etablierung einer Methode zur quantitativen Erfassung von dreidimensionalen Gesichtsasymmetrien, die zur Diagnostik und Prognose der fazialen Hart- und Weichgewebsveränderungen herangezogen werden kann.
Die Gesichter von 50 Probanden wurden mithilfe eines 3-D-Messsystems, basierend auf der Streifenprojektionstechnik, untersucht und ein dimensionsloser Asymmetrieindex ermittelt.
Der Index beträgt für die männlichen Probanden 3.08 mit einer Range 1.65 bis 5.04. Der durchschnittliche Wert der weiblichen Probanden beträgt 2.83 und reicht von 1.58 bis 4.07. Je kleiner die Zahl, desto symmetrischer das Gesicht.
Der ermittelte Symmetrieindex ist eine dimensionslose Kenngröße, basierend auf einer non-invasiven Untersuchung, die eine objektive prä- und postinterventionelle Beurteilung der Gesichtsasymmetrie ermöglicht. Er erlaubt eine numerische Parametrierung der Gesichtssymmetrie und stellt eine aussagekräftige Ergänzung zu etablierten bildgebenden Verfahren dar.

_Einleitung

In der Beurteilung von Attraktivitätsmerkmalen von menschlichen Gesichtern werden verschiedene Grundannahmen unterstellt; die prominentesten sind die Durchschnittshypothese[8] oder die Theorie der Merkmalsausprägung, die die Relevanz des Kindchenschemas im Gegensatz zum Eindruck von Reifezeichen auf den Prüfstand stellt.[2, 3] Der jeweilige individuelle Gesichtsausdruck ist ebenfalls von Bedeutung.

Der Einfluss der Symmetrie im Sinne von spiegelbildlichem Gleichmaß als Zeichen für Schönheit, Ebenmaß, letztlich Attraktivität findet sich bereits in Aufzeichnungen aus der Antike wieder. In der Proportionslehre des römischen Architekten und Ingenieurs Vitruvius aus dem ersten Jahrhundert vor Christus werden Relationen im idealen Gesicht festgelegt, die bis heute in Grundzügen ihren Niederschlag in der Operationsplanung der plastischen Chirurgie finden.
Ob die Symmetrie des Gesichts letztlich ausschlaggebend dafür ist, ob ein Gesicht als attraktiv oder attraktiver als andere wahrgenommen wird, ist Gegenstand kontroverser Diskussionen in der aktuellen Wissenschaft.[11] Perfekt symmetrische Gesichtszüge werden von unvoreingenommenen Betrachtern häufig als artifiziell wahrgenommen, während eines gewissen Maßes an Asymmetrie als menschlich und insgesamt harmonischer empfunden wird. Dass völliges Ebenmaß nicht zwangsläufig einem physiologischen Befund entspricht, zeigt sich auch darin, dass in der aktuellen Literatur die Prävalenz von (unterschiedlich graduierter) Gesichtsasymmetrie vor allem im unteren Gesichtsdrittel mit bis zu 85 % angegeben wird.[5]
Neben der Ausprägung der Asymmetrie spielt auch die Lokalisation der asymmetrischen Bereiche eine wesentliche Rolle in der Wahrnehmung des Betrachters: so werden weniger symmetrische Bereiche als umso gravierender empfunden, je enger ihre räumliche Beziehung zur Mittellinie des Gesicht ist.

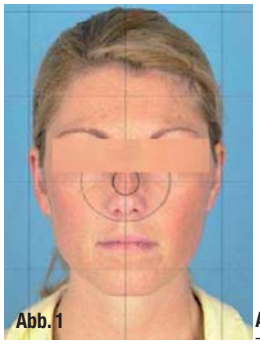
Abb. 1

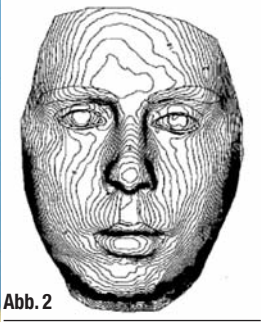
Abb. 2

Abb. 1_ Konventionelle en face Aufnahme mit Referenzlinien.
Abb. 2_ Fotogrammetrische Gesichtsdarstellung in Konturlinien.[10]

Abb. 3_ 3-D-Datensatz als Punktewolke (links) und triangulierte Oberfläche (rechts).
Abb. 4_ Beispiel einer farbcodierten topografischen Symmetriedarstellung.

In der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie spielen solche Überlegungen dann eine Rolle, wenn das postoperative Ergebnis eines korrektiven Eingriffs der Kiefer oder der Nase beurteilt werden soll. Weiterhin kommen Symmetrieanalysen bei Patienten nach Spaltverschluss im Wachstumsverlauf zur Überwachung der symmetrischen Entwicklung des Gesichts zum Einsatz. Bei Unfallopfern, die sich schwere Verletzungen des Gesichtsschädels und der Weichteile zugezogen haben, kann über die reine Diagnostik hinaus eine präoperative Simulation der mutmaßlichen Symmetrieverhältnisse bei der Rekonstruktion der zerstörten anatomischen Strukturen helfen.

_Messverfahren/Techniken

Die Beurteilung der Gesichtsproportionen, insbesondere der Symmetrieverhältnisse, ist meist stark untersucherabhängig. Verschiedene Methoden zur Erfassung der weichgewebigen und knöchernen Strukturen kommen regelmäßig zum Einsatz; diese sind mit charakteristischen Vor- und Nachteilen verknüpft. Da eine solche Untersuchung auch problemlos bei Kindern Anwendung finden soll, ist neben dem Wunsch nach einer möglichst objektiven Analyse vor allem eine schnelle, schmerzlose und nebenwirkungsarme Methodik gefordert.

_Fotografie

In der fotografischen Analyse wird eine Spiegelebene durch die standardisierte en face Aufnahme des Gesichts gelegt und lineare wie planare Unterschiede an einzelnen vorgegebenen Bezugspunkten und -linien zwischen den Gesichtshälften gemessen (Abb. 1). Die reine Untersuchungszeit ist kurz und nicht belastend, der apparative Aufwand ist gering. Grundlage einer hochwertigen Analyse ist die Einhaltung vorgegebener Richtlinien u.a. bezüglich der Beleuchtung und der exakten Ausrichtung des aufgenommenen Kopfes (Abb. 1).[4]
Der große Nachteil fotografischer Untersuchungen ist die Beschränkung auf zweidimensionale Analysen. Wesentliche Befunde, die eine plastische Wahrnehmung beeinflussen, werden nivelliert. Weiterhin werden einzelne Landmarken in Bezug zu einer Symmetrieachse als grundlegende Referenzebene gesetzt, deren Determinanten –z.B. Nase oder Philtrum – selbst gelegentlich von der Mitte abweichen; beispielsweise bei Patienten nach Spaltverschluss. Das erweist sich insbesondere als ungünstig, da gerade in diesem Patientengut die Analyse der Symmetrieverhältnisse der mittelliniennahen Strukturen ausschlaggebend ist.[7]

_Röntgen

In der radiologischen Diagnostik erlauben vor allem Schnittbilddarstellungen eine exakte Symmetrieanalyse relevanter knöcherner Strukturen an charakteristischen Landmarken in den untersuchten Schichtebenen. Voraussetzung ist die exakte, reproduzierbare Lagerung des Patienten im Strahlenverlauf.
Nachteilig in der radiologischen Diagnostik wirkt sich die unvermeidliche Strahlenbelastung der Probanden aus. Zu rein analytischen Zwecken, auch im Sinne einer Verlaufsdiagnostik, kann insbesondere unter Berücksichtigung der Bestrahlung der Augenlinse keine medizinische Indikation gestellt werden.

_Stereofotogrammetrie

Die Stereofotogrammetrie ist die methodische Grundlage einer dreidimensionalen Analyse der Gesichtsproportionen und -volumina, unabhängig von definierten Bezugspunkten oder -linien. Das Patientengesicht wird aus verschiedenen Blickwinkeln aufgenommen; im Rahmen einer computergestützten Auswertung auf der Basis eines mathematischen Triangulationsverfahrens wird aus den Fotos eine dreidimensionale Darstellung errechnet. Die Darstellung des Gesichts kann beispielsweise in der Wiedergabe von Konturlinien erfolgen (Abb. 2).
In der Fotogrammetrie kommen keine ionisierenden Strahlen zum Einsatz; die Technik selbst ist nicht belastend und kostengünstig. Die Untersu-

chungszeit beträgt wenige Sekunden, sodass Kinder in der Regel gut untersucht werden können. Der große Vorteil fotogrammetrischer Darstellung liegt in der umfassenden Auswertung der Gesichtsmorphologie als Ganzes, unabhängig von definierten Landmarken, Ebenen oder Winkeln. Im Vergleich zu reinen fotografischen Analysen ist der apparative Aufwand jedoch beträchtlich.
Weiterhin werden Oberflächenvermessungen des Gesichts unter Anwendung von Laserscans und holografischen Techniken zur fazialen Symmetrieanalyse angewendet.[9, 12]

_Problem: Mangelnde Objektivierbarkeit

Allen beschriebenen standardisierten Untersuchungstechniken ist gemeinsam, dass die Analyse keine objektivierbare Kenngröße liefert, die beispielsweise eine untersucherunabhängige intraindividuelle prä- und postoperative Verlaufsdiagnostik oder einen interindividuellen Symmetrievergleich zulässt.
Ziel der vorgestellten Untersuchung ist die Etablierung einer Methode zur quantitativen Erfassung von dreidimensionalen Gesichtsasymmetrien, die in den Fachgebieten der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie, der Kieferorthopädie und der plastisch-ästhetischen Chirurgie zur Diagnostik und Prognose der fazialen Hart- und Weichgewebsveränderungen herangezogen werden kann.
Im Rahmen dieser Untersuchung wurde zur Definition korrespondierender Bildpunkte als Basis der 3-D-Berechnung keine manuelle Festlegung dieser Koordinaten durchgeführt, sondern nach der Technik der Streifenprojektion gearbeitet. Ergebnis war die Darstellung der Gesichtsoberfläche einerseits als Punktewolke, andererseits als triangulierte Oberfläche (Abb. 3).
Nach einem Matching der beiden Gesichtshälften, die an der Mittellinie gespiegelt wurden, wurde unter Berücksichtigung des Gesichtsdurchmessers der Asymmetrieindex des untersuchten Gesichts als dimensionslose Kenngröße errechnet. Insgesamt wurden die Gesichter von 50 Probanden untersucht. Für jeden Probanden wurden die Variablen „Mittlerer Abstand" zwischen gespiegelten und ungespiegelten Oberflächen, „Gesichtsdurchmesser" und „Index" erhoben. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit SSPS.
In unserem Probandenkollektiv betrug der Index für die männlichen Probanden 3.08 mit einer Range 1.65 bis 5.04. Der durchschnittliche Wert der weiblichen Probanden betrug 2.83 und reichte von 1.58 bis 4.07: Je kleiner die Zahl, desto symmetrischer das Gesicht. Anschaulich konnten symmetrische und asymmetrische Areale in einer Falschfarbendarstellung illustriert werden; symmetrische Bereiche sind blau-grün, asymmetrische Gebiete stellen sich gelb bis rot dar (Abb. 4).

_Ausblick: Weiterführende Verfahren

In den einschlägigen Untersuchungen der aktuellen Literatur wird die klinische Bedeutung, womöglich die Notwendigkeit einer objektivierbaren Symmetrieanalyse, unterstrichen. So kommen Yoon et al. in einer Studie aus 2013 zu dem Ergebnis, dass die Definition eines Referenzbereiches bei der Bewertung der Symmetrie eine numerische Grundlage für Diagnostik und Therapieplanung sein kann. Sie untersuchten die knöcherne Symmetrie eines gesunden weiblichen Patientenkollektivs unter Auswertung von festgelegten Landmarken, Winkeln und Ebenen im sphärischen Koordinatensystem an Volumentomografien des Schädels.[13]
In einer weichgewebigen Analyse von Hwang et al. kam eine Methode zur dreidimensionalen Evaluation der Gesichtssymmetrie zum Einsatz. Untersucht wurden 48 Probanden,
Hier lag der Fokus auf dem Weichgewebsprofil, da der Weichgewebsmantel knöcherne Asymmetrien nivellieren oder auf einer ebenmäßigen skelettalen Unterlage selbst asymmetrisch geformt sein kann. Auch diese Untersuchung basierte auf der Betrachtung von definierten Referenzpunkten in computertomografischer Bildgebung. Auch in dieser Studie wird schlussfolgernd die Relevanz einer objektivierbaren Kenngröße zur Symmetriebewertung betont.[6]
Diese Methodik weiterführend, entwickelten Baek et al. 2012 eine morphologische Klassifikation der fazialen Asymmetrie, ebenfalls auf der Basis von Landmarkenanalyse im CT. In den einzelnen Kategorien werden mandibuläre Asymmetrien, Patienten mit einseitiger Hyperkondylie, atypische Fälle und Patienten mit C-förmigen Symmetriabweichungen subsumiert.[1]
Diesen aktuellen Studien ist gemeinsam, dass die Auswertung auf der Messung einzelner Referenzpunkte basiert und die zugrunde liegende Bildgebung mit dem Einsatz von ionisierender Strahlung einhergeht. Davon grenzt sich die dargestellte fotogrammetrische Methodik ab.
Der in der vorgestellten Untersuchung ermittelte Symmetrieindex ist eine dimensionslose Kenngröße, basierend auf einer noninvasiven Untersuchung ohne Einsatz ionisierender Strahlung, die eine objektive prä- und postinterventionelle Beurteilung der Gesichtsasymmetrie ermöglicht. Er erlaubt eine numerische Parametrierung der Gesichtssymmetrie und stellt eine aussagekräftige Ergänzung zu etablierten bildgebenden Verfahren dar._

_Kontakt face

Dr. Dr. Susanne Jung
Klinik und Poliklinik
für Mund- und Kiefer-
Gesichtschirurgie
Universitätsklinik Münster
Albert-Schweitzer-Campus 1
Gebäude W 30
48149 Münster
Tel.: 0251 834-7004
Fax: 0251 834-7184
E-Mail: Susanne.Jung@
ukmuenster.de

Infos zum Autor

Literatur