Aus der Klinik für
Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
(Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Jörg Wiltfang)
im Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel
an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

VERGLEICH DER HILOThERM® - THERAPIE UND DER
KONVENTIONELLEN KÜHLUNG MIT COOLPACKS ZUR
BEHANDLUNG VON POSTOPERATIVEN SCHWELLUNGEN
UND SCHMERZEN NACH ORTHOGNATHEN
OPERATIONEN.
EINE RANDOMISIERTE KONTROLLIERTE STUDIE MIT
HILFE DER QUANTITATIVEN 3D-PHOTOGRAMMETRIE.

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines Doktors der Zahnheilkunde
der Medizinischen Fakultät
der
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

vorgelegt von

LAURA STERN
aus Berlin

Kiel (2015)
1. Berichterstatter: Prof. Dr. Dr. Jörg Wiltfang
2. Berichterstatter: Prof. Dr. H.-J. Wenz, Prof. Dr. K. Hertrampf

Tag der mündlichen Prüfung: 15.04.2016


gez.: 
Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung
   1.1 Postoperative Schwellung
      1.1.1 Physiologie
   1.2 Postoperativer Schmerz
      1.2.1 Physiologie
   1.3 Therapie der postoperativen Schwellung und der Schmerzen
   1.4 Orthognathe Chirurgie
   1.5 Fragestellung

2 Material und Methoden
   2.1 Patienten
   2.2 Gruppeneinteilung
   2.3 Peri- und postoperative Medikation
   2.4 Kühlungsmethoden
   2.5 Dreidimensionale Fotographie
      2.5.1 3D-Kamerasystem
      2.5.2 Software
      2.5.3 Kalibrierung
      2.5.4 Aufnahme und Vorgehensweise
   2.6 Quantitative Auswertung der dreidimensionalen Bilddaten
      2.6.1 Bezugs- punkte, Ebenen und Landmarken
   2.7 Auswertung der postoperativen Schwellung
   2.8 Auswertung des postoperativen Schmerzes
      2.8.1 Statistische Analyse

3 Ergebnisse
   3.1 Postoperative Schwellung
      3.1.1 Bimaxilläre Operation
1 Einleitung


1.1 Postoperative Schwellung

Alle chirurgischen Eingriffe verursachen sekundäre Effekte. Der Grad der Gewebeschädigung spielt dabei neben individuellen Faktoren die größte Rolle bei der Intensität und Ausprägung der postoperativen Schwellung (Garcia et al., 2008).

1.1.1 Physiologie

1.2 Postoperativer Schmerz


Die bimaxilläre Osteotomie mit bilateraler sagittaler Spaltung und LeFort I Osteotomie ist eine häufige Kiefer-Operation, die mit mäßigen bis hohen postoperativen Schmerzen verbunden ist. Daher werden verschiedene nicht-steroidale entzündungshemmende Analgetika (NSAID) und Opiode im postoperativen Schmerzmanagement eingesetzt (Oncul et al., 2011).

1.2.1 Physiologie

1.3 Therapie der postoperativen Schwellung und der Schmerzen


Bei der konventionellen Therapie von postoperativen Weichgewebsverletzungen und Schwellungen wird daher am häufigsten die Applikation von Eis vorgenommen (Belli et al., 2009). Im Handel werden Eis-Kompressen in Form von sogenannten Coolpacks angeboten. Dabei handelt es sich um ein in sich geschlossenes Produkt mit Gelinhalt, das in der Lage ist, eine bis zu zwei Stunden andauernde trockene Kühlung im Gesichtsbereich zu gewährleisten (van der Westhuijzen et al., 2005). Die richtige Platzierung der Coolpacks ist oft schwierig und schlecht zu kontrollieren. Darüber hinaus kann häufig keine einheitliche Wärmeleitgeschwindigkeit gewährleistet werden. Dies kann zu unerwünschten Nebenwirkungen und Schäden durch Unterkühlung führen, die bereits durch schnelle Temperaturwechsel und Temperaturen unter 10°Celsius verursacht werden können (Moro et al., 2011).

Eine alternative Kühlungsmethode stellt das Hilotherm®-Kühlgerät (Hilotherm®GmbH, Argenbühl-Eisenharz) dar. Es handelt sich hierbei um ein innovatives Gerät, das
mittels speziell geformter Masken für verschiedene Körperregionen eine Durchlaufkühlung mit konstant wählbarer Temperatur ermöglicht.

1.4 Orthognathe Chirurgie


1.5 Fragestellung


Das Ziel der vorliegenden Studie ist es, bei Patienten mit einer geplanten orthognathen Umstellungsosteotomie, die konventionelle Kühlungsmethode mit Coolpacks und die Kühlung mit der Hilotherm®-Technologie zu vergleichen.

Die Verteilung der Kühlmethoden soll dabei nach Einwilligung der Patienten zur Teilnahme an dieser Studie randomisiert erfolgen. Die Patienten kühlen dann entweder ausschließlich mit Coolpacks oder mit dem Hilotherm®-Gerät.
Postoperative Volumenveränderungen des Weichgewebes sollen mit Methoden der quantitativen 3-D-Photogrammetrie verglichen werden, um den Kühlungserfolg und den Einfluss auf die Schwellung zu quantifizieren. Der Einfluss auf die postoperative Schmerzempfindung soll über die Erfassung der über die Basismedikation hinausgehenden Schmerzmedikation erfolgen. Mögliche einflussnehmende Merkmale wie Alter des Patienten, Geschlecht sowie die Operationsdauer sollen in die Analyse der Ergebnisse mit einbezogen werden.
2 Material und Methoden

2.1 Patienten

Die Studienteilnehmer setzten sich aus Patienten zusammen, bei denen eine orthognathe Operation in der Abteilung für Mund- Kiefer- Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums UKSH, Campus Kiel durchgeführt wurde. Nach orthognathen Eingriffen kommt es zu teilweise ausgeprägten postoperativen Schwellungen und Schmerzen, so dass diese Patientengruppe für die Untersuchung der postoperativen Schwellung und Schmerzen besonders geeignet war.


2.2 Gruppeneinteilung

In der Studiengruppe wurden die unterschiedlichen Kühlungsmethoden unmittelbar postoperativ unter den Patienten (n=32) randomisiert verteilt. Gruppe 1 (n=17) sollte mit der Hilotherm®-Therapiemethode kühlen, Gruppe 2 (n=15) mit der konventionellen Kühlung durch Coolpacks.

Durchgeführt wurden bimaxilläre (n=24) und monomaxilläre (n=8) Umstellungsosteotomien. Alle Operationen erfolgten mit standardisierten...
Operationsmethoden und wurden von demselben Operationsteam durchgeführt. Alter Geschlecht, Operationsdauer sowie der Schmerzmittelbedarf wurden dokumentiert (siehe Tabelle 1).

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th>monomaxilläre Operation</th>
<th>bimaxilläre Operation</th>
<th>Gesamt</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Hilotherm®</td>
<td>Anzahl 5</td>
<td>12</td>
<td>17</td>
</tr>
<tr>
<td>Coolpacks</td>
<td>Anzahl 3</td>
<td>12</td>
<td>15</td>
</tr>
<tr>
<td>Gesamt</td>
<td>Anzahl 8</td>
<td>24</td>
<td>32</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Tabelle 1: Verteilung der unterschiedlichen Kühlungs- und Operationsmethoden

Tabelle 2 und 3 stellen eine Übersicht der Aufnahmetage eins bis sieben bezogen auf die beiden Kühlverfahren dar. Die Fehlstellen ergaben sich aufgrund von an einzelnen Tagen nicht durchführbarer dreidimensionaler Aufnahmen bedingt z.B. durch Kreislaufprobleme, Erbrechen, Übelkeit, Schmerzen, oder Nachblutungen. Differenzvolumen (Schwellungsvolumen), die jeweils bezogen auf das Ausgangsvolumen gebildet wurden, stellen die Tagessituation dar. Diese wurden zunächst in mm³ ermittelt. Prozentualwerte des Schwellungsvolumens ermöglichten einen relativen Vergleich der individuellen Mengenverhältnisse und bildeten die Grundlage der weiteren statistischen Analyse. Der Mittelwert aller sieben Untersuchungstage ergab eine Gesamtübersicht (bimaxilläre Operationsmethode).
<table>
<thead>
<tr>
<th>Kühlungs-methode</th>
<th>Fälle</th>
<th>Gültig</th>
<th>Fehlend</th>
<th>Gesamt</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>N</td>
<td>Prozent</td>
<td>N</td>
<td>Prozent</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Tag1</strong></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1 Hilotherm</td>
<td>8</td>
<td>66,7%</td>
<td>4</td>
<td>33,3%</td>
</tr>
<tr>
<td>2 Coolpacks</td>
<td>7</td>
<td>58,3%</td>
<td>5</td>
<td>41,7%</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Tag2</strong></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1 Hilotherm</td>
<td>7</td>
<td>58,3%</td>
<td>5</td>
<td>41,7%</td>
</tr>
<tr>
<td>2 Coolpacks</td>
<td>11</td>
<td>91,7%</td>
<td>1</td>
<td>8,3%</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Tag3</strong></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1 Hilotherm</td>
<td>4</td>
<td>33,3%</td>
<td>8</td>
<td>66,7%</td>
</tr>
<tr>
<td>2 Coolpacks</td>
<td>8</td>
<td>66,7%</td>
<td>4</td>
<td>33,3%</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Tag4</strong></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1 Hilotherm</td>
<td>7</td>
<td>58,3%</td>
<td>5</td>
<td>41,7%</td>
</tr>
<tr>
<td>2 Coolpacks</td>
<td>8</td>
<td>66,7%</td>
<td>4</td>
<td>33,3%</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Tag5</strong></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1 Hilotherm</td>
<td>11</td>
<td>91,7%</td>
<td>1</td>
<td>8,3%</td>
</tr>
<tr>
<td>2 Coolpacks</td>
<td>11</td>
<td>91,7%</td>
<td>1</td>
<td>8,3%</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Tag6</strong></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1 Hilotherm</td>
<td>11</td>
<td>91,7%</td>
<td>1</td>
<td>8,3%</td>
</tr>
<tr>
<td>2 Coolpacks</td>
<td>9</td>
<td>75,0%</td>
<td>3</td>
<td>25,0%</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Tag7</strong></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1 Hilotherm</td>
<td>8</td>
<td>66,7%</td>
<td>4</td>
<td>33,3%</td>
</tr>
<tr>
<td>2 Coolpacks</td>
<td>8</td>
<td>66,7%</td>
<td>4</td>
<td>33,3%</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Verarbeitete Fälle: monomaxilläre Operationsmethode Variable Kühlung**

<table>
<thead>
<tr>
<th>Kühlungs-methode</th>
<th>Fälle</th>
<th>Gültig</th>
<th>Fehlend</th>
<th>Gesamt</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>N</td>
<td>Prozent</td>
<td>N</td>
<td>Prozent</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Tag1</strong></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1 Hilotherm</td>
<td>4</td>
<td>80,0%</td>
<td>1</td>
<td>20,0%</td>
</tr>
<tr>
<td>2 Coolpacks</td>
<td>2</td>
<td>66,7%</td>
<td>1</td>
<td>33,3%</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Tag2</strong></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1 Hilotherm</td>
<td>4</td>
<td>80,0%</td>
<td>1</td>
<td>20,0%</td>
</tr>
<tr>
<td>2 Coolpacks</td>
<td>3</td>
<td>100,0%</td>
<td>0</td>
<td>0,0%</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Tag3</strong></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1 Hilotherm</td>
<td>2</td>
<td>40,0%</td>
<td>3</td>
<td>60,0%</td>
</tr>
<tr>
<td>2 Coolpacks</td>
<td>1</td>
<td>33,3%</td>
<td>2</td>
<td>66,7%</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Tag4</strong></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1 Hilotherm</td>
<td>2</td>
<td>40,0%</td>
<td>3</td>
<td>60,0%</td>
</tr>
<tr>
<td>2 Coolpacks</td>
<td>1</td>
<td>33,3%</td>
<td>2</td>
<td>66,7%</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Tag5</strong></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1 Hilotherm</td>
<td>3</td>
<td>60,0%</td>
<td>2</td>
<td>40,0%</td>
</tr>
<tr>
<td>2 Coolpacks</td>
<td>2</td>
<td>66,7%</td>
<td>1</td>
<td>33,3%</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Tag6</strong></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1 Hilotherm</td>
<td>2</td>
<td>40,0%</td>
<td>3</td>
<td>60,0%</td>
</tr>
<tr>
<td>2 Coolpacks</td>
<td>1</td>
<td>33,3%</td>
<td>2</td>
<td>66,7%</td>
</tr>
<tr>
<td><strong>Tag7</strong></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1 Hilotherm</td>
<td>1</td>
<td>20,0%</td>
<td>4</td>
<td>80,0%</td>
</tr>
<tr>
<td>2 Coolpacks</td>
<td>1</td>
<td>33,3%</td>
<td>2</td>
<td>66,7%</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Tabelle 2: Fehlstellen bei der bimaxillären Operationsmethode**

**Tabelle 3: Fehlstellen bei der monomaxillären Operationsmethode**
2.3 Peri- und postoperative Medikation

Alle Patienten wurden eine Woche stationär aufgenommen. Die Medikation war bei allen Patienten prä- und postoperativ einheitlich. Zu Beginn der Operation erhielten die Patienten eine Antibiotikagabe (1,5g Ampicillin und Sulbactam) sowie 250 mg Prednisolon. Die postoperative Medikation ist in Tabelle 2 dargestellt.

<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Medikament</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>1 x 250mg Prednisolon</td>
<td>x</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
</tr>
<tr>
<td>3 x 1,5g Ampicillin mit Sulbactam</td>
<td>x</td>
<td>x</td>
<td>x</td>
<td>x</td>
<td>x</td>
</tr>
<tr>
<td>3 x 600 Ibuprofen</td>
<td>x</td>
<td>x</td>
<td>x</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
</tr>
<tr>
<td>1 x 40mg Pantoprazol</td>
<td>x</td>
<td>x</td>
<td>x</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Tabelle 4:** Übersicht über die postoperative Medikation
2.4 Kühlungsmethoden

2.5 Dreidimensionale Photographie

2.5.1 3D-Kamerasystem

Die dreidimensionalen Photographien wurden mithilfe eines Kamerasystems von der Firma Canfield© (Canfield© Imaging Systems, Fairfield, USA) vorgenommen. Das Gerät war in der Lage, hoch auflösende Farbfotographie mit dreidimensionaler Oberflächengeometrie zu verbinden und darzustellen. Dies ermöglichte maßstabsgetreue biometrische Volumenanalysen.

Das Modell Canfield Scientific PCS-2 verfügte über bis zu 6 hochauflösende 3D-Einzelkameras mit mehreren Blitzlichtern, die in Synergie ein Oberflächenbild erstellen konnten (Abbildung 2). Das dreidimensionale Bild konnte in vertikaler und
horizontaler Richtung gedreht, beliebig geneigt oder gekippt sowie weit auf- oder ausgezoomt werden. Das Gerät verfügte über 3 Pods (Kameraaufsätze) mit je 36 Megapixel und einem integrierten Motor für Auf- und Abbewegung.

Abbildung 2: Kamera Vectra Canfield Scientific PCS-2

2.5.2 Software

2.5.3 Kalibrierung


Abbildung 3: Rollwagen (A) für die Kalibrierung und Fadenkreuz am Computerbildschirm (B)

2.5.4 Aufnahme und Vorgehensweise

Die Patienten wurden angewiesen, eine grüne OP-Haube (Surgical Cap, PCS100, Barrier®, Mölnlycke Health Care GmbH, Erkrath-Unterfeldhaus, Deutschland) aufzusetzen und die Haare damit zu bedecken, da diese das Datenvolumen aufgrund der großen Oberfläche und des Detailreichtums erheblich erhöht und die Berechnung eines Bildes stark verzögert hätten. Dabei musste beachtet werden,

2.6 Quantitative Auswertung der dreidimensionalen Bilddaten


2.6.1 Bezugspunkte, Ebenen und Landmarken

Der Volumenanteil des Gesichts mit der möglichst größten Schwellungszunahme sollte erfasst werden. Dieser befand sich vor allem im Bereich des Unterkiefers. Das Zusammenfügen von Schnittflächen ermöglichte die Erstellung einer Oberflächenmaske, die eine Volumenbestimmung erlaubte. Um eine Ebene (Schnittfläche) konstruieren zu können, wurden drei Bezugspunkte benötigt.

Die erste Ebene wurde durch den Bezugspunkt Subnasale, Subaurale links und rechts aufgezogen und befand sich in der Transversalebene (horizontal). Die zweite Ebene entstand durch den Weichteilpunkt Glabella, Cheilion links und rechts und bildete die Frontalebene.

In der dritten Ebene wurden die Landmarken Subaurale links und rechts sowie das Gonion (im Mittel aus beiden Seiten) verwendet, womit diese die Sagittalebene (vertikal) abdeckte (Abb. 4 und 5).

Die Ebenen mit den entsprechenden Bezugspunkten sind in Tabelle 5 aufgeführt.

**Abbildung 4:** Ebenen (B) durch Bezugspunkte (A) gezogen, Ansicht von frontal

**Abbildung 5:** Ebenen (B) durch Bezugspunkte (A) gezogen, Ansicht von sagittal
<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Räumliche Lage</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Ebene 1</td>
<td>Subnasale</td>
<td>Mittelpunkt der nasolabialen Weichteilkontur zwischen Collumella und Oberlippe.</td>
</tr>
<tr>
<td>Transversalebene</td>
<td>Subaurale links</td>
<td>Tiefster Punkt des freien Ohrläppchens links</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Subaurale rechts</td>
<td>Tiefster Punkt des freien Ohrläppchens rechts</td>
</tr>
<tr>
<td>Ebene 2</td>
<td>Glabella</td>
<td>Der am weitesten anterior gelegene Mittelpunkt der orbito-frontalen Weichteilkontur</td>
</tr>
<tr>
<td>Frontalebene</td>
<td>Cheilion links</td>
<td>Mundwinkel links</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Cheilion rechts</td>
<td>Mundwinkel rechts</td>
</tr>
<tr>
<td>Ebene 3</td>
<td>Subaurale links</td>
<td>““</td>
</tr>
<tr>
<td>Sagittalebene</td>
<td>Subaurale rechts</td>
<td>““</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td>Gonion (im Mittel)</td>
<td>Der am weitesten lateral gelegene Punkt der Weichteilkontur des Unterkieferwinkels.</td>
</tr>
</tbody>
</table>

**Tabelle 5:** Definition der verwendeten anatomischen Landmarken

### 2.7 Auswertung der postoperativen Schwellung

Im nächsten Schritt wurden die zuvor beschriebenen Ebenen als rechteckige Fläche aufgezogen und an den Landmarken manuell positioniert. Dieses Verfahren wurde jeweils an allen Aufnahmen post OP durchgeführt und als Startmodell bzw. Referenzbild gespeichert (Abb. 4 und 5).


Das Startmodell konnte nun aus den Ebenen herausgelöst werden und in einem Modus „nicht sichtbar“ zwischengespeichert werden. Um die Ebenen auf die Oberflächentextur des Bildes zu übertragen, wurde eine Linie gezogen. Diese konnte dann an allen drei Ebenen herausgeschnitten werden, bis der zu untersuchende Bereich übrig blieb.

Nun konnte das Restvolumen markiert werden und ein Wert in mm³ ermittelt werden (Abb. 7-9).

Abbildung 10 und 11 zeigen vergleichend die Schwellungszustände der postoperativen Untersuchungstage.

Abbildung 6: Artefakte werden interpolierend geschlossen (A, B)
Abbildung 7: übereinander gelegte Schwellungszustände (A), Orange stellt den Schwellungszustand 1 Tag post OP dar, in Grau ist das Referenzbild ein halbes Jahr post OP dargestellt (B)

Abbildung 8: ausgeschnittene Oberflächenmaske 1 Tag post OP (A) Fusion mit dem Referenzbild, Ansicht von vorne (B)

Abbildung 9: ausgeschnittene Oberflächenmaske 1 Tag post OP (A) Fusion mit dem Referenzbild, Ansicht von der Seite (B)
Abbildung 10: Darstellung des Referenzbildes von frontal und Schwellungszustände fünf Tage postoperativ

Abbildung 11: Referenzbild seitlich und Schwellungszustände fünf Tage postoperativ
2.8 Auswertung des postoperativen Schmerzes

Die über die in Abschnitt 2.3 beschriebene Basismedikation hinausgehende Schmerzmedikation wurde nach individueller Gabe sieben Tage postoperativ separat erfasst und ausgewertet.

2.8.1 Statistische Analyse


Der Zusammenhang zwischen stetigen intervallskalierten Variablen wurde mit Hilfe des Korrelationskoeffizienten nach Spearman untersucht.


Die statistische Analyse wurde mit der Software SPSS für Windows (IBM® SPSS® Statistics Version 21 trial, Armonk, New York, United States) durchgeführt. Ein Wert p < 0,05 wurde als statistisch signifikant bezeichnet ohne Berücksichtigung des multiplen Testproblems.
3 Ergebnisse

3.1 Postoperative Schwellung

Untersucht wurde das relative postoperative Schwellungsvolumen über einen Zeitraum von sieben Tagen jeweils in Betrachtung der bimaxillären und der monomaxillären Operationsmethode.

3.1.1 Bimaxilläre Operation

3.1.1.1 Kühlungsmethode

Die Auswertung der Mittelwerte zeigte eine starke Volumenveränderung des Gesichts über die Zeit, wobei Werte zwischen 10 und 25% gemessen wurden. Im Zeitverlauf wiesen die Mittelwerte der Schwellungsvolumen beider Kühlungsmethoden eine absteigende Tendenz auf, wobei die stärkere Schwellungsabnahme gleich zu Beginn zu beobachten war. Ein globales Maximum (~24%) zeigte sich am zweiten postoperativen Tag. Ein weiteres lokales Maximum (~16%) zeigte sich an Tag vier. Die Verlaufskurven beider Kühlungsmerkmale wiesen qualitative Parallelen auf. Jedoch waren die Peaks bei Kühlung 2 (Coolpacks) etwas schwächer ausgeprägt. In der unmittelbaren postoperativen Phase (Tag 1 und 2) zeigte sich ein beinahe identischer Schwellungsverlauf. Ab dem 3. postoperativen Tag war eine stärkere Schwellungsabnahme in der Hilotherm®-Gruppe zu beobachten (Abb. 12).
Abbildung 12: Darstellung der mittleren Schwellungszustände aller Patienten pro Tag bei unterschiedlicher Kühlungsmethode bei bimaxillärer Operationsmethode

Abbildung 13: Darstellung der medianen Schwellungszustände aller Patienten pro Tag bei unterschiedlicher Kühlungsmethode bei bimaxillärer Operationsmethode

Abbildung 14: Abbildung der mittleren Schwellungszustände aller Patienten pro Tag bei unterschiedlicher Kühlungsmethode bei bimaxillärer Operationsmethode
Das Boxplot-Diagramm (Abb. 14) zeigt die große interindividuelle Spanne an Schwellungswerten in beiden untersuchten Gruppen und allen Untersuchungszeitpunkten.

Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Kühlungsmethoden weder pro Tag noch in den Kenngrößen (Mediane der Tage eins bis sieben Abb. 13) festgestellt werden. An den einzelnen postoperativen Tagen waren alle Werte p> 0,05 somit konnte die Nullhypothese behalten werden.
### 3.1.1.2 Geschlecht

Die Aufzeichnung in Abbildung 15 und 16 zeigte geringe Unterschiede in Bezug auf das Merkmal Geschlecht. An den postoperativen Tagen 3, 4, 5 und 6 zeigte sich eine schwache Tendenz zu einer erhöhten Schwellung bei Frauen, die an Tag vier die höchste Ausprägung erreichte. Lediglich an den Tagen 1 \((p=0.91)\) und 7 \((p=0.96)\) zeigte sich eine schwach erhöhte Schwellung bei Männern.

**Abbildung 15:** Darstellung der mittleren geschlechtsspezifischen Schwellungszustände aller Patienten pro Tag bei bimaxillärer Operationsmethode

**Abbildung 16:** Darstellung der medianen geschlechtsspezifischen Schwellungszustände aller Patienten pro Tag bei bimaxillärer Operationsmethode

Der nicht parametrische U-Test zeigte jedoch keine Signifikanz \((p=0.46)\).
3.1.1.3 Operationsdauer


Abbildung 17: Darstellung der mittleren Schwellungsgrade aller bimaxillär operierten Patienten in Bezug auf die Operationsdauer

Die Analyse zeigte, dass die Operationsdauer keinen signifikanten Einfluss (p= 0,22) auf das postoperative Schwellungsverhalten der bimaxillären Operationsmethode hatte.
3.1.1.4 Patientenalter


Abbildung 18: Darstellung der mittleren Schwellungsgrade aller bimaxillär operierten Patienten in Bezug auf das Patientenalter

Es konnte keine Signifikanz bestätigt werden (p= 0,28). Dies lässt darauf schließen, dass das Patientenalter keinen Einfluss auf die Schwellungszustände gehabt hat.

3.1.2 Monomaxilläre Operation

Bedingt durch die geringe Fallzahl und Fehlstellen (Tab. 4 und 5) bei der monomaxillären Operationsmethode erfolgt eine deskriptive Auswertung der vorliegenden Daten, diese veranschaulichen lediglich eine Tendenz.

3.1.2.1 Kühlungsmethode

Bei der Betrachtung der Mittelwerte und der Mediane der Schwellungen ist ein abnehmender Verlauf mit einem lokalen Maximum bei beiden Kühlungsmethoden an Tag drei zu erkennen (Abb. 19,20). Die Diagramme weisen eine stärkere Schwellungsabnahme im Verlauf bei der Kühlungsmethode mit dem Hilotherm®-Gerät auf.
Abbildung 19: Darstellung der mittleren Schwellungszustände aller Patienten pro Tag bei unterschiedlicher Kühlungsmethode bei monomaxillärer Operationsmethode

Abbildung 20: Darstellung der medianen Schwellungszustände aller Patienten pro Tag bei unterschiedlicher Kühlungsmethode bei monomaxillärer Operationsmethode
3.1.2.2 Geschlecht

Abbildung 21 und 22 zeigen starke Unterschiede im Schwellungsverhalten der einzelnen Patienten auf. An Tag 3, 4 und 5 zeigen die weiblichen Teilnehmer einen qualitativ höheren Schwellungsgrad während an Tag 1 ein schwach erhöhter Schwellungsgrad bei den Männern festzustellen ist. An Tag 2 zeigten sich keine Unterschiede. Für Tag 6 und 7 lagen keine Daten bei den männlichen Patienten vor.

Abbildung 21: Darstellung der mittleren geschlechtsspezifischen Schwellungszustände aller Patienten pro Tag bei monomaxillärer Operationsmethode

Abbildung 22: Darstellung der medianen geschlechtsspezifischen Schwellungszustände aller Patienten pro Tag bei monomaxillärer Operationsmethode
3.1.2.3 Operationsdauer


![Streuungsdiagramm](image)

**Abbildung 23**: Darstellung der mittleren Schwellungsgrade aller monomaxillär operierten Patienten in Bezug auf die Operationsdauer

Das Merkmal Patientenalter wies keine Signifikanz in Bezug auf das postoperative Schwellungsverhalten auf (p= 0,46).

3.1.2.4 Patientenalter

Abbildung 24: Darstellung der mittleren Schwellungsgrade aller monomaxillär operierten Patienten in Bezug auf das Patientenalter

Es konnte keine signifikante Einflussnahme des Merkmals Patientenalter auf das Schwellungsverhalten ermittelt werden (p= 0,48).

3.1.3 Analyse der Schwellungen im Vergleich bimaxillärer zu monomaxillärer Operationsmethode

Im Vergleich der Schwellungsvolumen sieben Tage postoperativ zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den beiden durchgeführten Operationsmethoden. Zwar weisen beide Schwellungsverläufe eine absteigende Tendenz (Abb. 25, 26) auf, dennoch erreicht Operation 1 erst einen Tag später das globale Schwellungsmaximum. Zudem sind die durchschnittlichen Schwellungsgrade bei Methode 2 (24%-14%) deutlich höher als bei Methode 1 (18%-7%) (Abb. 27).
Postoperativ kann sowohl an Tag eins (p=0,01) und Tag zwei (p=0,01) sowie bei dem Mittelwert der Tage eins bis sieben (p=0,03), die Nullhypothese abgelehnt werden.
werden. Die nichtparametrische Untersuchung ergibt eine Signifikanz zwischen den verschiedenen Operationsmethoden. An den Tagen drei bis sieben gibt es keine signifikanten Schwellungsunterschiede (Tag 3 p=0,54, Tag 4 p=0,91, Tag 5 p=0,15, Tag 6 p=0,4, Tag 7 p=0,94) zwischen den Operationsmethoden. Zu berücksichtigen sind jedoch die relativ großen Fallzahlunterschiede beider Operationsmethoden.

3.2 Postoperativer Schmerz

3.2.1 Bimaxilläre Operation

3.2.1.1 Kühlungsmethode


Abbildung 28: Darstellung des Schmerzmittelverbrauchs bei unterschiedlicher Kühlungsmethode (bimaxilläre Operation)
Die statistische Analyse unterstützt die deskriptive Aussage des Balkendiagramms. Es zeigt sich ein signifikanter Unterschied des Schmerzmittelverbrauchs zwischen den Kühlungsmethoden (Paracetamol p=0,02, Metamizol p=0,003, Ibuprofen p=0,03), lediglich die Piratramidgruppe weist keine Verteilungsunterschiede (p=0,37) auf.

3.2.2 Monomaxilläre Operationsmethode

3.2.2.1 Kühlungsmethode

Im Balkendiagramm der Abbildung 29 wird deutlich dass der Schmerzmittelverbrauch in der Piratramid- und Ibuprofengruppe bei der monomaxillären Operationsmethode annähernd identisch ist. Lediglich Paracetamol und Metamizol weisen eine leichte Tendenz zugunsten der Kühlungsmethode 1 (Hilotherm®) auf.

Abbildung 29: Darstellung des Schmerzmittelverbrauchs bei unterschiedlicher Kühlungsmethode (monomaxilläre Operation)

Bei der monomaxillären Operationsmethode ist der postoperative Medikamentenbedarf bei unterschiedlichen Kühlungsmethoden nicht unterschiedlich, wobei auch bei dieser Betrachtung der Ergebnisse die geringe Fallzahl zu berücksichtigen ist.
3.2.3 Analyse der Schmerzen im Vergleich bimaxillärer zu monomaxillärer Operationsmethode

Der Schmerzmittelbedarf unterscheidet sich ähnlich wie das Schwellungsverhalten deutlich zwischen den Operationsmethoden. Zwar sind Differenzen in den Medikamentengruppen Piritramid und Paracetamol nicht so stark ausgeprägt, dennoch lässt sich ein Trend erkennen (Abb. 30).

Abbildung 30: Darstellung des Schmermittelbedarfs bei verschiedenen Operationsmethoden

Einen signifikanten Unterschied des Schmerzmittelverbrauchs gab es in der Gruppe Metamizol ($p=0.02$), Ibuprofen ($p=0.04$), während in der Gruppe Paracetamol ($p=0.07$) und Piritramid ($p=0.54$) keine Signifikanz bestätigt wurde.
4 Diskussion

Die Kühlung mittels Eis ist eine Standardbehandlungsmethode, die bereits seit vielen Jahrzehnten im Praxisalltag eingesetzt wird. Bei der Behandlung postoperativer Schmerzen und Schwellungen nach akuter Verletzung ist sie effizient und trägt zu einer schnelleren therapeutischen Rehabilitation bei (Hubbard et al., 2004). Die Kälte kann jedoch auf verschiedene Art und Weise angewendet werden (Mac Auley, 2001).

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Fragestellung, welche Kühlungsmethode (Hilothersm® oder Coolpacks) die effektivste Schwellungsreduktion nach orthognathen Umstellungsosteotomien gewährleistet und inwieweit ein Einfluss auf die postoperative Schmerzempfindung besteht. Unter Verwendung der dreidimensionalen Photogrammetrie zeigte sich, dass zwischen den verschiedenen Kühlungsmethoden hinsichtlich der Schwellungsabnahme kein prozentualer Schwellungsunterschied zu verzeichnen war. Die wichtigsten Faktoren in der Ausbildung von frühen postoperativen Schwellungen sind Trauma und Infektion. Die Weichgewebsschäden, die durch den chirurgischen Eingriff verursacht werden, erreichen nach 19-24h ihren Höhepunkt (Forsgren et al., 1985).


4.1 Diskussion der Methode und Einfluss von Merkmalen

4.1.1 Photogrammometrie


bereits in mehreren Studien überprüft und beträgt weniger als 0,5mm (Reuther, 2000).

In einer Studie von Lübbers et al. wird dargestellt, dass die Möglichkeiten der Photogrammetrie für den klinischen Bedarf mehr als ausreichend sind und der Anthropometrie und zweidimensionalen Fotographie überlegen sind (Lubbers et al., 2010).

### 4.1.2 Patientenmerkmale

Eine wichtige Voraussetzung für den Erwerb qualitativ hochwertiger 3-D-Gesichtsfotografien ist die Optimierung der Aufnahmemethode, um eine spätere genaue Datenverarbeitung zu gewährleisten. Einen praktischen Leitfaden gibt die Studie von Heike et al., welche vor allem die wichtigsten Grundlagen wie korrekte Beleuchtung, Versuchsaufbau und Installation der Geräte, Sitzposition des Patienten und Mimik als mögliche Fehlerquelle diskutiert (Heike et al., 2010).

Obwohl alle Patienten angewiesen wurden, einen möglichst neutralen Gesichtsausdruck einzunehmen, sind Volumenveränderungen durch Anspannung oder Bewegung der mimischen Muskulatur sowie durch eine veränderte Neigung des Kopfes und den Sitz der OP-Haube denkbar (Rana et al., 2011). Operationsbedingt war es manchen Patienten nicht möglich, bei dem Aufnahmevorgang den Mund vollständig zu schließen oder die Augen aufgrund des hellen Blitzlichtes offen zu halten. Auch diese Aspekte können einen Einfluss auf die Volumenmessungen gehabt haben.

relativ festen Gewebsstrukturen und außerhalb des Operationsfeldes handelt (Alves et al., 2009). Bei der Analyse der Daten wurde das Programm Alias® Automotive verwendet, das die manuell markierten Landmarken in den verschiedenen Datensätzen computergestützt, interpolierend übereinanderlegen konnte.

4.1.2.1 Patientengruppen


Die Patienten wurden zu Beginn instruiert, die Kühlungszeiten möglichst genau einzuhalten und das Anlegen der Kühlmittel korrekt durchzuführen. Hierbei spielte die Compliance der Patienten eine sehr große Rolle.

Alter, Geschlecht und anamnestische Auffälligkeiten wie Rauchen, hormonelle Kontrazeptiva, Antibiotikaprophylaxe des Patienten sind als Fehlerquelle ebenfalls denkbar (Laureano Filho et al. 2005). In der vorliegenden Studie konnten für die
Parameter Alter und Geschlecht jedoch keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden.

Die Gewebestruktur könnte geschlechtsspezifisch aufgrund unterschiedlich ausgeprägter Muskulatur und Fettgewebe stärker oder weniger stark anschwellen. In der Studie von Kochel et al. wird beschrieben, dass die Reliabilität der 3D-Aufnahmen hoch ist. Zusammenfassend wird darauf hingewiesen, dass das Weichgewebe bei Männern im Bereich des Mittel- und Untergesichts variabler ist als bei Frauen (Kochel et al., 2010).


4.1.3 Operationsmethode

Die Art des operativen Eingriffs und das Ausmaß des betroffenen Areals sind entscheidend für die Ausprägung der späteren Schwellung. Dennoch ist denkbar, dass weitere Faktoren wie z.B. die Operationsdauer und die Erfahrung des Operationsteams ebenfalls Einfluss auf die Ergebnisse gehabt haben könnten (Laureano Filho et al., 2005). Weiterhin gibt es zu bedenken, dass nicht jede Operation identisch ist. Bei einigen Patienten wurde der Ober- bzw. Unterkiefer vorbei anderen wiederum zurückverlagert. Die Distanzen betrugen hierbei zwischen 3-
15 mm. In der postoperativen Heilungsphase mussten die Patienten einen hauptsächlich die Kauflächen bedeckenden Okklusionssplint tragen, der durch zusätzliche intermaxilläre Immobilisation eine bessere primäre Wundheilung gewährleisten sollte. Der Splint und die Schienung wurden individuell angefertigt und waren somit nicht bei jedem Patienten identisch. Während der frühen Wundheilungsphase sollte der Splint ununterbrochen getragen werden (Weinspach et al., 2011). Dieser Aspekt führte zu einer leichten Bisshebung, die bei dem Referenzbild nicht mehr gegeben war. Das postoperative Volumen der Aufnahmen könnte sich dadurch geringfügig erhöht haben.

4.2 Diskussion der Ergebnisse

Aus der Fachliteratur sind bereits einige Studien bekannt, die sich mit dem Einfluss verschiedener Kühlungsmethoden auf die chirurgischen Begleiterscheinungen in der ersten postoperativen Woche beschäftigen (Rana et al., 2011, Garcia et al., 2008, Moro et al., 2011, Collins, 2008, Cina-Tschumi, 2007).


In der Publikation von Moro et al. wurden an beiden Gesichtshälften definierte Markierungen eingezeichnet und in regelmäßigen Abständen mit einem Maßband vermessen. Dies erfolgte bei 19 Patienten jeweils nach 30min, 24h und 48h postoperativ. Der Durchschnitt der Summen beider Seiten wurde berechnet und anschließend metrisch (cm) verglichen (Moro et al., 2011).

Die Methode spiegelt jedoch nur bedingt die individuelle Komplexität jedes einzelnen Patientengesichtes wieder. In der vorliegenden Studie wurden mithilfe der 3D-Analyse ebenfalls Gesichtsasymmetrien und Anomalien berücksichtigt. Weiterhin wurde der prozentuale Schwellungszuwachs jedes Patienten verglichen. Auch dieser
Aspekt berücksichtigt die unterschiedliche Größe und Breite jedes einzelnen Mittelgesichts.

In der Studie von Kau et al. wurde ebenfalls das Schwellungsverhalten nach orthognathen Eingriffen ermittelt. Mithilfe eines Laserscanners wurde die Oberfläche abgetastet. Bei insgesamt 12 Patienten wurden fünf postoperative 3D Aufnahmen in regelmäßigen Abständen (1Tag, 1Woche, 1Monat, 3Monate, 6 Monate) vorgenommen. Untersucht wurde wie der Schwellungsunterschied zwischen monomaxillärer und bimaxillärer Operationsmethode divergierte. Auch in dieser Studie konnte ermittelt werden, dass die postoperative Schwellung ihr Maximum schon nach kurzer Zeit erreicht und einen abnehmenden Verlauf entwickelt. Ebenso stellte sich heraus, dass die bimaxilläre Operationsmethode größere Schwellungsgrade verursacht (Kau et al., 2007).

Kritisch zu sehen ist die Tatsache, dass als Referenzbild eine Aufnahme diente, die bereits vor der Operation angefertigt wurde. Das Operationsergebnis wird daher nicht berücksichtigt und könnte das Ergebnis beeinflusst haben.


Kryotherapie hat wesentliche Vorteile gegenüber einer medikamentösen Behandlung von Schmerzen, da sie kostengünstig ist und keinerlei systemische Auswirkung hat (Ernst und Fialka, 1994).

In der Literatur finden sich einige Studien, die ermitteln, dass Kälte bei akutem und chronischem Schmerz einen analgesierenden Effekt aufweist und die Schmerzschwelle herabsetzt. Benson und Copp stellten fest, dass die 15-minütige Anwendung von Eis bei mehreren Freiwilligen die Schmerzschwelle deutlich herabsenkt. Dieser Effekt hielt 15 Minuten an und kehrte erst nach 30 Minuten zu seinem Ursprung zurück (Benson und Copp, 1974).

Da es eine Vielzahl an Applikationsarten für Kälte gibt, stellte sich die Frage, ob eine Methode der anderen überlegen ist. Dies bestätigte sich in der vorliegenden Studie für das Hilotherm®-Gerät, da der Schmerzmittelverbrauch deutlich geringer war als bei der Vergleichsgruppe, die mit Coolpacks kühlte.


4.3 Ausblick

Trotz des relativ kleinen und inhomogenen Patientenkollektivs ergab die Studie interessante Hinweise zu postoperativen Schmerzen und dem Schwellungsverhalten nach orthognathen Eingriffen. In zukünftigen Studien könnte mit höheren Gruppenanzahlen das Ergebnis weiter verifiziert werden und die Auswirkung der
5 Zusammenfassung


Die Studie zeigte eine Tendenz zu einer höheren Schwellungsabnahme bei Anwendung der Hilotherm®-Technologie. Dies war jedoch statistisch nicht signifikant. Der Schmerzmittelbedarf war bei der Hilotherm®-Gruppe geringer, was auf eine bessere schmerzreduzierende Wirkung durch die konstante Kühlungstemperatur hinweist. Andere untersuchte Merkmale wie Geschlecht, Alter und Operationsdauer hatten keinen signifikanten Einfluss auf das Schwellungsverhalten.
6 Literaturverzeichnis


Bleakley, C. M., O’Connor, S., Tully, M. A., Rocke, L. G., Macauley, D. C., McDonough, S. M. (2007): The PRICE study (Protection Rest Ice Compression Elevation): design of a randomised controlled trial comparing standard versus
cryokinetic ice applications in the management of acute ankle sprain. BMC Musculoskelet Disord, 8, 125


7 Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. Dr. med. dent. Jörg Wiltfang möchte ich für die Durchführung dieser Arbeit in der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie und die Überlassung des Themas, verbunden mit der wissenschaftlichen Unterstützung danken.


Danken möchte ich der Fotoabteilung des UKSH der Zahnklinik für die Bereitstellung des Arbeitsplatzes. Frau Ketelsen und Herrn Reinhardt möchte ich für die Anleitung und Einführung in die dreidimensionalen Fotographie sowie die Unterstützung und Beratung bei technischen Fragen und der Umsetzung und Verarbeitung der gewonnenen Bilder danken.

Dem Institut für medizinische Statistik und Informatik insbesondere Frau Dr. Freitag-Wolf möchte ich für die Unterstützung durch biometrische Beratung danken.

Allen Studienteilnehmern bin ich zu großem Dank verpflichtet, ohne die es nie möglich gewesen wäre, diese Studie überhaupt durchzuführen. Jeder einzelne stand gerne zur Verfügung und hat dazu beigetragen das notwendige Datenvolumen zu erheben.


Ein großer Dank gilt meiner Familie, die mich während meines Studiums und meiner Dissertation unaufhörlich unterstützt hat und die mir den nötigen Freiraum zur Durchführung dieser Arbeit gab.
8 Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Laura Stern
Geburtstag: 09.02.1982
Geburtsort: Berlin

Schulbildung

1992 – 1999 Besuch des Gymnasiums Goethe-Schule in Flensburg
1999 – 2001 Besuch des Gymnasiums Auguste-Viktoria-Schule in Flensburg
2001 Abschluss Abitur

Studium

2001 – 2008 Studium der Zahnmedizin an der Christian-Albrechts-Universität Kiel
2003 Vorphysikum
2005 Physikum
2008 Staatsexamen

Anstellung

2008-2010 Vorbereitungsassistentin (Praxis Weigand Schwentinental)
2011 Zulassung zur Zahnärztin im angestellten Verhältnis
2013 Anstellung als Zahnärztin (Praxis Rohwedder in Eckernförde)

Wissenschaft

Seit 2010 Promotionsarbeit an der Klinik für Mund-, Kiefer und Gesichtschirurgie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
9 Veröffentlichungen

Vortrag


*Tobias Nitsche, Laura Stern, Andreas Reinhardt, Jörg Wiltfang*

Vergleich der Hilotherm®-Therapie und der konventionellen Kühlung zur Behandlung der postoperativen Schwellung nach orthognathen Operationen.