

Das besondere Instrument

Der Halo-Fixateur

Stephan Schmolke, Frank Gossé¹

Zusammenfassung

Operationsziel

Anlage eines externen Fixateurs in Kombination mit einer Kunststoffweste zur temporären oder definitiven Ruhigstellung und Retention instabiler Frakturen des kraniozervikalen Übergangs und der oberen Halswirbelsäule (HWS) sowie zur vorbereitenden Extensionsbehandlung von Skoliosen oder im Rahmen zweizeitiger Operationen nach ventralem Release oder mobilisierender Osteotomie.

Indikationen

Geschlossene Reposition und vorübergehende Retention instabiler HWS-Verletzungen bis zur Operation.
Extensionsbehandlung zur schonenden Reposition frischer oder veralteter Fehlstellungen der HWS.
Konservative Behandlung von Verletzungen des kraniozervikalen Übergangs und der oberen HWS.
Präoperative Extension von Skoliosen.
Temporäre Extension nach ventralem Release.

Kontraindikationen

Schädelfrakturen und intrakranielle Verletzungen.
Weichteilinfektion am Schädel.
Kinder < 3 Jahre.
Adipositas, Thoraxverletzungen und Querschnittslähmung als relative Kontraindikationen bei Gebrauch der Halo-Weste.

Operationstechnik

Sitzende Position oder Rückenlage des Patienten.

Größenbestimmung der Komponenten.

Mit dem Halo-Ring verbundene Kopfstifte werden mit definiertem Drehmoment in die Lamina externa der Schädelkalotte eingedreht, ohne die Lamina interna zu perforieren.

Verbindung des Halo-Rings mit einer Weste oder Anlegen einer Extension.

Ergebnisse

Sichere äußere Fixierung instabiler Verletzungen der oberen HWS (kranial Halswirbelkörper 5) und Verbesserung der Korrekturergebnisse von Aufrichtungsspondylodesen bei Lähmungsskoliosen. Nachteilig sind verfahrensspezifische Komplikationen (Infektion und Lockerung von Kopfstiften) mit unterschiedlichen Häufigkeitsangaben in einzelnen Kollektiven und relativ geringe Patientenakzeptanz bei längerer Therapiedauer.

Schlüsselwörter

Halswirbelsäule · Halo-Fixateur · Halo-Extension

Oper Orthop Traumatol 2008;20:3–12

DOI 10.1007/s00064-008-1222-1

¹Orthopädische Klinik III, Diakoniekrankenhaus Annastift, Hannover.

The Halo Fixator

Abstract

Objective

Installation of an external fixator in combination with a body cast for temporary or definitive immobilization and retention of unstable fractures of the craniocervical junction and upper part of the cervical spine. Further established applications include presurgical extension treatment of paralytic scoliosis and temporary retention within complex spine deformity operations after ventral release or mobilized osteotomies.

Indications

Closed reposition and temporary retention of unstable injuries of the cervical spine up to operation.
Extension treatment for careful reposition of fresh or dated malpositions of the cervical spine.
Conservative treatment of injuries of the craniocervical junction and the upper part of the cervical spine.
Presurgical extension of paralytic scoliosis.
Temporary extension after ventral release.

Contraindications

Cranial fractures and intracranial injuries.
Soft-tissue infections of the skull.
Children < 3 years.
Adiposity, chest injuries and paraplegia as relative contraindications using the halo body cast.

Surgical Technique

Halo traction is applied in two stages; first, the head ring is attached to the skull, then, the body cast and suspension assembly are added.

Das Problem

Die Behandlung von Verletzungen der Halswirbelsäule (HWS) mit Dauerzug über eine Crutchfield-Zange wirft einige Probleme [8] auf: Komplexe Fehlstellungen können nicht reponiert und/oder retiniert werden. Die Behandlung ist zeitlich auf wenige Wochen begrenzt, da Lockerungen und Infektionen gehäuft auftreten. Patienten mit einer Crutchfield-Extension können auch nicht ambulant behandelt werden, da der Längszug in liegender oder sitzender Position angelegt werden muss. Die Anwendung eines Minerva-Gipsverbandes ist durch fehlende sekundäre Korrekturmöglichkeiten und aufwendige Verbandstechnik limitiert [2, 4, 7, 8, 12, 25].

Local anesthesia, depending on circumstances.

Sizing of the components; the optimal size of the ring is about 1.5" larger than the circumference of the patient's head.

Patient in sitting or supine position.

The halo ring is held in proper position by stabilizer plates; the lower margin of the ring should be just above the ears and about 0.4" above the eyebrows.

The anterior pins are placed in shallow groove on the forehead between supraorbital ridges and frontal protuberances.

Threaded skull pins are screwed with defined torque (4–8"/pounds) in the lamina externa of the cranial calotte without perforating the lamina interna.

To avoid side-to-side drifting, the diagonally opposite pins should be tightened simultaneously.

Finally, connection of the halo ring with a body cast or putting on an extension device.

Results

Secure external stabilization of unstable injuries of upper cervical spine. Improvement of correction results of patients with neuromuscular scoliosis who underwent surgical treatment. Disadvantages are procedure-specific complications (infection and loosening of head pins) with different published frequencies and decreased patient's acceptance at longer therapy duration.

Key Words

Cervical spine · Halo fixator · Halo extension

Die Lösung

Das 1959 erstmals von Perry & Nickel [22] beschriebene Prinzip des Halo-Fixateurs ist einfach anwendbar und ermöglicht durch eingebaute Gelenke-Verschiebestrecken und verschiebbare Elemente eine Reposition von Verletzungen. Die Einstellungsmöglichkeiten hängen vom verwendeten Typ des Halo-Fixateurs ab. Durch geführte und stufenlose Bewegungen kann die HWS flektiert, extendiert und rotiert werden, es lassen sich Kompression, Distraction und Verschiebungen in der sagittalen Ebene ausführen. Die Körperlage des Patienten braucht dabei nicht verändert zu werden. Des Weiteren wird durch den Halo-Fixateur eine Dauerzug-

behandlung der HWS zur Reposition instabiler oder dislozierter Verletzungen und zur Retention bei geplanter Osteosynthese oder zweiseitiger Skolioseoperation ermöglicht.

Mit einem Halo-Fixateur in Kombination mit einer Weste können Verletzungen ohne Verfahrenswechsel auch ambulant ausbehandelt werden. Im Vergleich zur Behandlung im Gipsverband besteht ein relativ hoher Tragekomfort. Moderne Materialien erlauben eine artefaktfreie Darstellung im Röntgenbild, CT und MRT.

Das Prinzip

Der Halo-Fixateur wurde Ende der 50er Jahre des 20. Jahrhunderts durch Nickel und Perry erstmals beschrieben [19, 22]. Primäre Indikation war die Behandlung von Patienten, bei denen es durch eine Poliomyelitis zur Lähmung der Hals- und Nackenmuskulatur mit nachfolgendem Kontrollverlust des Kopfes gekommen war. Infolge des Kontrollverlusts fiel der Kopf in eine Flexionsstellung mit nachfolgender Behinderung von Atmung und Schluckakt. Bei extremer Fehlstellung war häufig sogar nur noch die Aufnahme flüssiger Nahrung möglich. Orthesen führten häufig zu Druckstellen an Kopf und Hals, so dass eine andere Stabilisierungstechnik, der Halo-Fixateur, entwickelt wurde. In der ersten beschriebenen Version wurden der Halo-Ring mit einem Rumpfgipsverband kombiniert und der Patient in Bauchlage gelagert. Mit der Weiterentwicklung der Halo-Komponenten in den folgenden Jahrzehnten wurde der Halo-Fixateur im Wesentlichen zur temporären oder definitiven Ruhigstellung von HWS-Verletzungen im oberen HWS-Bereich und am kraniozervikalen Übergang nach Reposition eingesetzt [4, 6, 9, 12, 14, 23]. Bei längeren Tragezeiten wird allgemein die Halo-Weste verwendet, da sie, insbesondere gegenüber Kopf-Brust-Gipsverbänden, einen deutlich besseren Tragekomfort bietet [30]. Durch den Einsatz moderner Kunststoffmaterialien sind bei den aktuellen Halo-Ausführungen in der Regel auch MRT-Untersuchungen mit angelegtem Fixateur möglich.

Eine Ruhigstellung von HWS-Verletzungen mit einem Halo-Fixateur ist durch die Anwendung neuer Osteosyntheseverfahren und -techniken zunehmend seltener notwendig. Dies ist auch an der Zahl der Publikationen zu diesem Thema erkennbar. Halo-Fixateure werden zudem von der überwiegenden Zahl der Patienten als sehr belastend eingestuft, insbesondere wenn sie im Rahmen einer konservativen Therapie über mehrere Wochen getragen werden müssen.

Ein Anwendungsschwerpunkt besteht aktuell bei der Korrektur von Wirbelsäulendeformitäten, besonders

bei zweizeitigem Vorgehen nach vorgeschaltetem Release oder mobilisierender Osteotomie [16]. In diesem Anwendungsfall wird die Halo-Extensionstechnik meist in Form einer Extension an einem Rollstuhl genutzt (s. Abbildungen 7a und 7b). Dies bietet ein Mindestmaß an Mobilität. Über Umlenkrollen wird das Extensionsgewicht auf den Halo-Ring übertragen. Gewicht und Halterung sind fest am Rollstuhl montiert. Trotz ihrer Nachteile haben Halo-Fixateur und -Extension weiterhin ihre Berechtigung in modernen Behandlungskonzepten [28].

Vorteile

- Schnelle und einfache Anlage.
- Temporäre Ruhigstellung instabiler HWS-Verletzungen bis zur operativen Behandlung auch im Rahmen von Sekundärtransporten.
- Stabilitätsuntersuchung, geschlossene Reposition und Retention unter Bildwandlerkontrolle möglich. Über den Halo-Ring hat man dabei eine optimale „Angriffsmöglichkeit“, um den Kopf in die gewünschten Richtungen zu bewegen.
- Temporäre Fixation für die intraoperative Lagerung in Verbindung mit einem speziellen Haltegerät möglich [2].
- Verbesserung der Korrekturergebnisse von Aufrichtungsspondylodesen durch präoperative Halo-Extension.
- Längere Immobilisationen mit sekundären Komplikationen können vermieden und betroffene Patienten frühzeitiger in den Rehabilitationsprozess eingliedert werden.
- Ambulante, konservative Frakturbehandlung möglich [25].
- Speziell bei Extensionsbehandlungen im Rahmen zweizeitiger Operationen ermöglicht der Halo-Fixateur im Gegensatz zur Crutchfield-Klammer eine Mobilisation der Patienten im Rollstuhl, ohne die Extension zu unterbrechen. In diesem Anwendungsfall steht keine echte Alternative zur Verfügung. Die Korrekturmöglichkeiten von Fehlstellungen sind im Halo generell effektiver und sicherer als mit vergleichbaren externen Orthesen zu erreichen.
- Geringere Patientenbelastung bei gleichzeitig höherer Stabilität im Vergleich zu Gipsverbänden (Kopf-Brust-Gipsverband/Minerva-Gipsverband), Zervikalstützen und Lerman-Brace.
 - Zervikalstütze: Um eine weitgehende Fixierung der HWS zu erreichen, müssen die angrenzenden Strukturen des Rumpfes (für die untere HWS) und/oder der Kopf (für die obere HWS) mit eingefasst

werden. Dies kann durch Zervikalstützen nicht erreicht werden. Ihre Anwendung beschränkt sich auf die präklinische Phase und den Zeitraum der diagnostischen Abklärung einer HWS-Verletzung.

- Kopf-Brust-Gipsverband (Minerva-Gipsverband): Fehlende Korrekturmöglichkeiten und schlechter Tragekomfort, erfahrener Gipser erforderlich, wird kaum mehr verwendet.
- Lerman-Brace: Orthese mit Abstützung an Brustkorb, Hinterhaupt und Kinn. Wird als seltenes Verfahren in der Leitlinie „Verletzung der Halswirbelsäule“ der Arbeitsgemeinschaft Wissenschaftlicher Medizinischer Fachgesellschaften erwähnt [28].

Nachteile

- Patienten sind im häuslichen Bereich, z.B. bei Körperpflege, Nahrungsaufnahme etc., auf intensive Hilfestellung angewiesen. Dies stellt eine nicht unerhebliche psychische Belastung dar.
- Erschwerte Körperpflege: Um das Futter der Halo-Weste vor Nässe zu schützen, ist Oberkörperreinigung nur mit feuchtem Waschlappen in Rückenlage möglich.
- Aus biomechanischen Gründen ist die retinierende Wirkung des Halo-Fixateurs bei Frakturen unterhalb von Halswirbelkörper (HWK) 5 gering. Eine absolute Ruhigstellung kann aber auch bei Frakturen kranial von HWK 5 nicht erreicht werden [4, 5, 9, 16, 25].
- Höhere Kosten (durch Material und die Lagerhaltung mit verschiedenen Größen von Ring und Weste) im Vergleich zum Gipsverband.

Indikationen

- Temporäre Ruhigstellung instabiler Verletzungen bis zur operativen Behandlung, z.B. während eines Krankentransports.
- Extensionsbehandlung dislozierter frischer und chronischer Verletzungen der HWS.
- Intraoperative Lagerung instabiler Verletzungen in Verbindung mit speziellem Haltegerät [2, 3].
- Extensionsbehandlung bei zweizeitigen Korrekturoperationen nach ventralem Release oder mobilisierender Osteotomie [8, 24].
- Additive Ruhigstellung bei hochgradig instabilen Verletzungen oder Kombinationsverletzungen und grenzwertig stabiler Spondylodese zur Vermeidung eines anterior-posterioren Vorgehens.
- Konservative Therapie von
 - instabilen Densfrakturen Typ II [26] und III nach Anderson und D’Alonso [11, 25],

- atlantodentalen Instabilitäten mit einer atlantodentalen Distanz von maximal 5 mm,
- atlantoaxialer Luxation Typ II nach Fielding [25], insbesondere dann, wenn eine Operation durch den Patienten abgelehnt wird.

Kontraindikationen

- Schädelfrakturen, intrakraniale Verletzungen und Blutungen [29].
- Bei Thoraxverletzungen und ausgeprägter Adipositas ist häufig keine Anlage von Halo-Westen möglich.
- Alter < 3 Jahre.

Patientenaufklärung

- Alternative Behandlungsverfahren.
- Intrakraniale Verletzungen, Meningitis, subduraler Abszess.
- Schluck- und Kaubeschwerden.
- Dysästhesien im Gesichtsbereich.
- Dislokation des Halo-Rings, Schraubenlockerung.
- Regelmäßige Pflege der Kopfstifte.
- Druckstellen durch Positionierungsschrauben.
- Pseudarthrosen durch nicht ausreichende Ruhigstellung. Die Ruhigstellung ist umso besser, je weiter kranial die Verletzung sich befindet.

Operationsvorbereitungen

- Überprüfung und Bereitstellung der benötigten Komponenten.
- Größenbestimmung von Halo-Ring und -Weste.
- Bei hochgradig instabilen Läsionen Bereitstellung von Reanimationsmitteln und Beatmung.
- Gerollte Mullbinden als Abstandshalter zum Erreichen eines symmetrischen Kopf-Ring-Abstands.
- Bei geplanter längerer Tragedauer sollte die Umgebung (Durchmesser ca. 2–3 cm) der hinteren Kopfstifte vor der Montage des Rings rasiert werden.
- Anlage des Halo-Rings optimal durch drei Personen. Eine Person hält den Kopf, die beiden anderen drehen die Kopfstifte ein.

Instrumentarium und Implantate

- Für Montage:
 - Vier sterile Kopfstifte.
 - Drei sterile Positionierungsstifte oder drei gerollte Mullbinden.
 - Ein steriler Halo-Ring (nach hinten offen [„open back“] oder geschlossen [„closed back“]) aus Metall oder Kohlefaser in verschiedenen Ringgrößen für einen Kopfumfang von 36–66 cm. Wesentlicher

Vorteil der offenen Variante ist die Möglichkeit, den Ring in Rückenlage anzulegen, ohne den Kopf des Patienten anheben zu müssen. Weitere relevante Unterschiede insbesondere im Hinblick auf Heilungsverlauf und Komplikationsrate sind nicht bekannt [5, 13, 31].

- Ein Drehmoment-Inbusschlüssel.
- Zwei Inbusschlüssel (groß und klein).
- Gegebenenfalls Extensionsbügel.
- Eine zweiteilige Halo-Weste mit Lammfell und vier Kohlefaserstäben.
- Zusätzlich erforderlich:
 - Lokalanästhetikum mit Spritze und Infiltrationsnadel.
 - Hautdesinfektionsmittel.
 - Rasierer, Schere.

Anästhesie und Lagerung

- Bei Traumapatienten Rückenlagerung mit unterstütztem Kopf und Freilagerung des Halses. Kopf in leichter Überstreckung. Der „open-back“-Ring kann aufgrund seiner nach hinten offenen Konstruktion auch direkt auf der Trage oder dem Bett angebracht werden. Für die Anlage des „closed-back“-Rings muss der Kopf des Patienten über das Kopfende der jeweiligen Unterlage ausgestreckt werden. Grundsätzlich ist eine Halo-Anlage auch im Sitzen möglich.
- Anästhesie der definierten Eintrittspunkte der Kopfstifte mit einem Lokalanästhetikum bis auf das Periost.

Operationstechnik

Abbildungen 1 bis 6

Die Fixateuranlage wird am Beispiel des PMT-HALO-Systems (Medi-System GmbH, Münster) beschrieben.

Abbildung 1

Die Größen des Halo-Rings bestimmen wir durch Messung des Kopfumfangs 1 cm kranial von Augenbraue und Ohr. Liegt der Wert zwischen zwei verfügbaren Ringgrößen, sollte der größere Ring verwendet werden. Die Ringgröße ist so zu wählen, dass rundherum ein Abstand von ca. 10–15 mm zur Kopfhaut besteht. Die richtige Weste wählen wir anhand des Thoraxumfangs auf Höhe des Processus xiphoideus, des Taillenumfangs und des vertikalen Abstands zwischen proximalem Schulterrand und Crista iliaca.

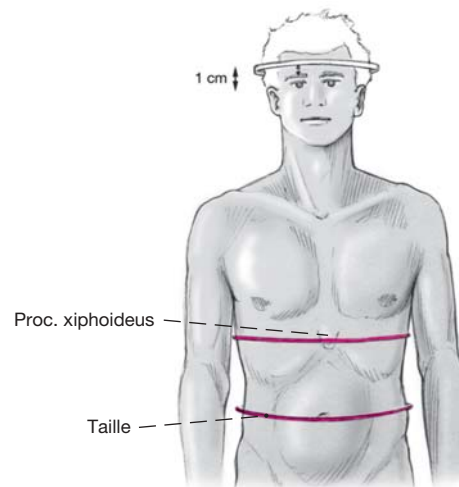


Abbildung 2

Vorbereiten des Halo-Rings: Eindrehen von drei Positionsstiften in die 12:00-Uhr- sowie die 5:00- und 7:00-Uhr-Position des Halo-Rings. Sie werden später über der Nasenwurzel sowie rechts und links am Os parietale platziert. Anschließend Aufsetzen der Positionierungsplättchen aus Kunststoff auf die Positionsstifte.

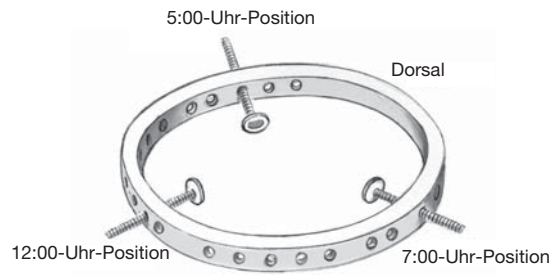


Abbildung 3

Bestimmung der Eintrittsstellen für die Kopfstifte: Die optimale Ringposition liegt 1 cm kranial der Augenbrauen und der Oberkante der Ohrmuscheln sowie senkrecht zur Körperachse. Die Ohren sollten durch den Ring nicht berührt werden. Es werden vier Kopfstifte, je zwei temporal und parietookzipital, gesetzt.

Die Eintrittspunkte der vorderen Kopfstifte [29] liegen
 – ventral des Musculus temporalis und der Fossa temporalis,
 – kranial des Margo supraorbitalis (supraorbitale Leiste),
 – lateral der Mitte der supraorbitalen Leiste,
 – kaudal der größten Schädelzirkumferenz.

Die Eintrittspunkte der hinteren Kopfstifte projizieren sich parietookzipital auf die 4:00- und 8:00-Uhr-Position. Ihre Lage ist allgemein unkritisch.

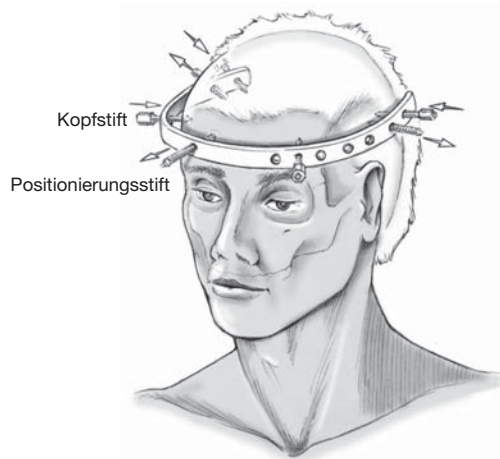
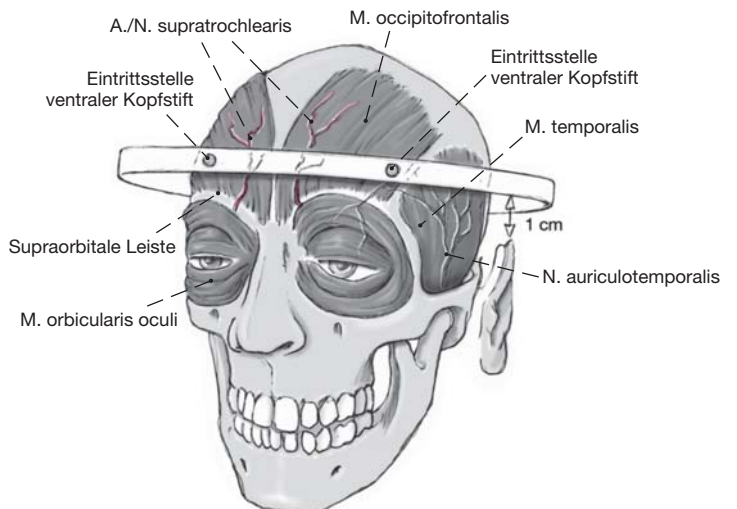


Abbildung 4

Die ventralen Stifte sollten dagegen sorgfältig positioniert werden. Eine suboptimale Lage zu weit medial kann zu Verletzungen der Nervi supraorbitalis und supratrochlearis oder des Sinus frontalis führen. Eine Position zu weit lateral im Bereich der Squama ossis temporalis zieht dagegen schmerzhafte Irritationen des Musculus temporalis beim Kauen nach sich. Die Orbita ist bei Positionierung der Stifte unter der supraorbitalen Leiste gefährdet.



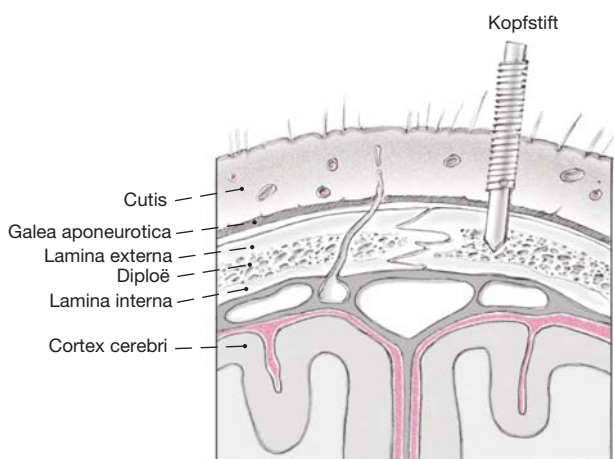


Abbildung 5

Die Spitze der Kopfstifte durchdringt nur die Lamina externa des Schädelknochens. Die Gesamtdicke des Schädelknochens liegt im Mittel bei 5,6 mm. Die Dicke der Lamina externa beträgt ca. 1,5 mm beim Mann und 1,2 mm bei der Frau [15].

Ablauf der Halo-Anlage:

1. *Positionierung.* Probepositionierung des Rings mit den Positionierungsschrauben und -plättchen, um die Eintrittsstellen der Kopfstifte mit einem Farbstift zu markieren.
2. *Anästhesie.* Sorgfältige Infiltration der ausgewählten Areale mit einem Lokalanästhetikum (Lidocainhydrochlorid 1–2%) bis auf das Periost. Der Patient sollte bei der Sprühdeseinfektion der Haut die Augen geschlossen halten.
3. *Ausrichtung.* Nach endgültiger Ausrichtung des Halo-Rings und Fixation mit den Positionierungsschrauben, die entsprechend nachgedreht werden müssen, werden die Kopfstifte in die ausgewählten Löcher des Rings von Hand bis auf die Schädeloberfläche eingedreht.
4. *Eindreihen der Kopfstifte.* Mit dem Drehmomentschlüssel werden die vier Kopfschrauben dann bis zu einem maximalen Drehmoment von 0,45–0,9 Nm (6–8"/pound) ohne vorherige Hautinzision über Kreuz in den Schädelknochen festgedreht und anschließend mit Muttern gekontert. Bei diesem Maximaldruck wird erfahrungsgemäß eine Perforation der Lamina interna verhindert. Hautfalten sollten vermieden werden. Es empfiehlt sich, dass die Augen des Patienten beim Anbringen der ventralen Stifte geschlossen sind. So werden Spannungen im Oberlidbereich vermieden. Die Positionierungsstifte können im Ring belassen werden. Man muss sie allerdings lösen, um Druckstellen vorzubeugen. Im Fall eines Sturzes sollen sie ein unkontrolliertes Eindringen der Kopfstifte in die Kalotte verhindern.

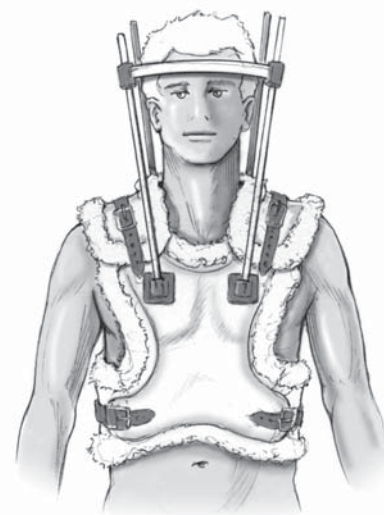
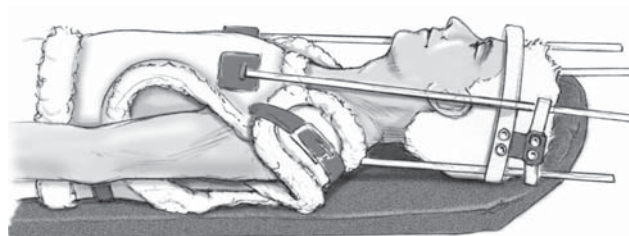


Abbildung 6

Anlegen der Halo-Weste. Der rückseitige Teil der Halo-Weste wird unter Sicherung der Reposition der HWS unter den Patienten geschoben. Dies geschieht durch En-bloc-Drehung des Patienten. Hautfalten müssen vermieden werden. Die Halbschale sollte dabei von den Schultern ausgefüllt und von den Schulterriemen umfasst werden. Nach Anlage der vorderen Halbschale und Verschluss der Weste werden die seitlichen Kopfblöcke sowie die vorderen und hinteren Stäbe befestigt. Dazu werden zunächst die hinteren Kohlefaserstäbe und anschließend die vorderen Stäbe in die vorgesehenen Löcher der Halo-Ring-Gelenke eingeführt und bis auf die Weste geleitet. Die Halo-Ring-Gelenke erlauben die Einstellung und Justierung der erforderlichen Extension/Flexion, Rotation und Kompression oder Distraction. Ist die gewünschte Stellung erreicht, müssen die Inbusschrauben festgezogen werden. Die Montage wird durch eine Röntgenkontrolle der HWS in zwei Ebenen beendet, um einen Korrekturverlust beim Lagewechsel auszuschließen [14].

Besonderheiten

- Aufgrund der anatomischen Bedingungen können Kinder < 3 Jahre nicht mit einem Halo-Ring behandelt werden. Bei älteren Kindern bis 7 Jahre ist das Drehmoment auf 0,7 Nm (6"/pound) zu begrenzen. Ab dem 12. Lebensjahr gelten dieselben Werte wie bei Erwachsenen.
- Patienten im höheren Lebensalter lehnen einen Halo-Fixateur aus unterschiedlichen Gründen nicht selten ab [1]. Dieses Problem ist auch bei der Therapie osteoporoseassoziiierter Frakturen mit Rumpforthesen bekannt [17]. Ohne eine aktive Mitarbeit der Betroffenen ist aber eine notwendige Therapiedauer über einige Wochen kaum durchzuhalten. Häufig ist auch im Hinblick auf eine langsamere Knochenheilung im höheren Lebensalter eher mit einer verlängerten Tragezeit zu rechnen. Daher ist eine detaillierte Aufklärung der Patienten wichtig. Ist die Mitarbeit fraglich, sollten operative Maßnahmen empfohlen werden.

Postoperative Behandlung

- Nach 24 h erste Überprüfung des Drehmoments. Dazu werden die Kontermuttern gelöst und die Schrauben mit dem Drehmomentschlüssel nachgezogen. Anschließend müssen die Kontermuttern wieder angedreht werden.
- Weitere Kontrollen sind im Abstand von 7 Tagen erforderlich.
- Tägliche Reinigung der Kopfschraubeneintrittsstellen mit hautverträglicher Lösung, z.B. Octenisept.
- Entfernung des Halo-Fixateurs: Ohne größeren Aufwand und ohne erneute Lokalanästhesie. Trotz therapiebegleitender isometrischer Übungen ist die Hals- und Nackenmuskulatur in der Regel so geschwächt, dass eine HWS-Orthese zur Stützung des Kopfes für einige Wochen notwendig ist.
- Krankengymnastische Behandlung zum Aufbau der Muskulatur.

Fehler, Gefahren, Komplikationen

- Dislokation des Rings: Bei Platzierung des Halo-Rings oberhalb der größten Schädelzirkumferenz be-



Abbildungen 7a und 7b

Beispiel: 11-jährige Patientin mit Kyphoskoliose bei Meningomyelozele. Materialversagen und rasche Zunahme der Gibbusbildung 3 Monate nach Kolumnotomie (Lindseth/Stelzer) mit dorsaler Instrumentation. Vorbereitung der operativen Revision durch 2-wöchige ganztägige Extensionsbehandlung. Ein weiteres Zusammensinken konnte dadurch verhindert werden. Die Patientin war in dieser Zeit mit einem Rollstuhl mobil und konnte am Förderunterricht teilnehmen. Über Umlenkrollen wird das Extensionsgewicht auf den Halo-Ring übertragen. Gewicht und Halterung sind fest am Rollstuhl (a) oder Bett (b) montiert. Im Bett ist eine leichte Oberkörperhochlagerung notwendig, um ein Hochrutschen zu vermeiden.

steht die Gefahr einer Verschiebung des Konstrukts nach kranial. In diesem Fall müssen die Schrauben nach radiologischer Kontrolle der Frakturstellung neu positioniert werden.

- Dislokation der Fraktur/des Segments: Eine „absolute“ Stabilität ist mit der Halo-Ruhigstellung nicht zu erzielen [1, 29]. Regelmäßige Röntgenkontrollen

Abbildung 8

Beispiel: 67-jähriger Patient mit Fraktur der HWK 2 und 3 bei ethyltoxischer Leberinsuffizienz. Definitive Versorgung der Fraktur mit Halo-Fixateur bzw. Halo-Weste. Vollständige Dislokation des Halo-Rings nach kranial mit Risswunden, nachdem das Drehmoment der Kopfstifte 3 Wochen nicht kontrolliert worden war.



Tabelle 1

Häufigkeit von Komplikationen in der Literatur.

Komplikationen	Häufigkeit (%)
Kopfstiftinfekte	4,5–23
Kopfstiftlockerung	12–25
Schluckbeschwerden	16
Par-/Dysästhesien	8–75
Kopfschmerzen	6
Penetration Schädelkalotte	< 1

sind deshalb ebenso notwendig wie die Überprüfung des Sitzes der Weste.

- Lockerung der Stifte: Die Stifte müssen regelmäßig kontrolliert und ggf. mit Drehmomentschlüssel nachgezogen werden. Bei fehlendem Widerstand sollte der entsprechende Stift neu platziert werden.
- Infektionen: Regelmäßige Pflege der Pineintrittsstellen. Bei anhaltender Infektion und/oder gleichzeitiger Lockerung sollte der Stift neu platziert werden. Die Häufigkeit lokaler Infektionen variiert zwischen 25% [7] und 2% [4, 10]. Schwerwiegende Komplikationen, z.B. subdurale Abszesse, sind die Ausnahme [20, 21, 25], können aber durchaus vital gefährdend sein.
- Druckstellen: Besonders gefährdet ist die Haut über Sternum und Skapula. Sorgfältige Polsterung der Weste und Verwendung der korrekten Größe sind notwendig. Ausgedehnte Ulzera können einen Verfahrenswechsel erfordern.
- Nervenläsion: Werden die ventralen Stifte zu weit medial (Orbitamitte) eingedreht, besteht die Gefahr einer Schädigung der Nervi supraorbitalis und supratrochlearis. Bei auftretenden Sensibilitätsstörungen werden die Schrauben weiter lateral neu platziert.
- Die Kopfstifte sollten niemals gewaltsam in den Halo-Ring eindrehen werden. Bei ungewöhnlichem Widerstand könnten sie schräg verlaufen. Generell gilt, dass die Stifte mit einem Eintrittswinkel von etwa 90° zur Schädeloberfläche einen besseren Halt gegenüber Scherkräften im Vergleich zu spitzwinklig eingebrachten Stiften haben.

Ergebnisse

Im eigenen Krankengut wurden 45 Patienten zwischen 1998 und 2005 mit einem Halo-Fixateur behandelt. Primäre Indikation (n = 32) war die Extensionsbehandlung nach vorgeschaltetem Release bei Lähmungsskoliosen, Adoleszentenkyphosen und Morbus Bechterew (Abbildungen 7a und 7b). Nur bei einem ambulant geführten Patienten kam es zu einer Verschiebung des Halo-

Rings mit Risswunden an der Galea (Abbildung 8). Bei drei Patienten mussten wir Stifte aufgrund lokaler Weichteilinfektionen umsetzen. In der Literatur (Tabelle 1) unterliegen die Angaben zu typischen Komplikationen großen Schwankungen [7, 8, 10, 11, 21, 25, 27].

Literatur

1. Anderson PA, Budorick TE, Easton KB, et al. Failure of halo vest to prevent in vivo motion in patients with injured cervical spines. *Spine* 1991;16:501–5.
2. Blauth M, Duschek R, Schmidt U. Gerät zur Reposition und intraoperativen Lagerung instabiler Verletzungen der Halswirbelsäule. *Oper Orthop Traumatol* 1994;6:285–9.
3. Blauth M, Lange UF, Knop C, et al. Spinal fractures in the elderly and their treatment. *Orthopäde* 2000;29:302–17.
4. Bockhorn J. Halswirbelsäulenverletzungen – Behandlung mit dem Fixateur externe. *Unfallheilkunde* 1982;85:19–24.
5. Bullock SJ, Runciman RJ. Biomechanical evaluation of two halo pin designs, with, and without, intact periosteum. *J Biomech* 2001;34:129–33.
6. Esce PG, Haines SJ. Acute treatment of spinal cord injury. *Curr Treat Options Neurol* 2000;2:517–24.
7. Garfin SR, Botte MJ, Walters RL, et al. Complications in the use of the halo fixation device. *J Bone Joint Surg Am* 1986;68:320–5.
8. Giebel G, Enzler P, Tscherne H. Halo-Fixateur – Anwendungsmöglichkeiten und Gefahren. *Unfallchirurg* 1988;91:29–33.
9. Gumpfenberg S von, Claudi B. Conservative fracture treatment of the cervical spine with halo fixation. *Akt Traumatol* 1989;19:57–60.
10. Hähnel H, Zippel H. Externe Fixation der Halswirbelsäule im Halo-Yoke-System. *Zentralbl Chir* 1984;109:1327–34.
11. Jahna H. Behandlung und Behandlungsergebnisse von 90 Densfrakturen und Luxationsfrakturen. *Hefte Unfallheilkd* 1971;108:72–6.
12. Koivikko MP, Myllynen P, Karjalainen M, et al. Conservative and operative treatment in cervical burst fractures. *Arch Orthop Trauma Surg* 2000;120:448–51.
13. Lerman JA, Haynes RJ. Open versus closed halo rings: comparison of fixation strengths. *Spine* 2001;26:2102–4.
14. Lind B, Sihlboom H, Nordwall A. Halo-vest treatment of unstable traumatic cervical spine injuries. *Spine* 1988;13:425–32.
15. Lippert H, Kaefer H. Biomechanik des Schädeldachs. Teil 2. Dicken der Knochenschichten. *Monatsschr Unfallheilkd* 1974;77:129–35.
16. Metz-Stavenhagen P, Krebs S, Meier O. Cervical fractures in ankylosing spondylitis. *Orthopäde* 2001;30:925–31.
17. Minne HW, Pfeifer M, Bergerow B, et al. Osteoporose. *Orthopäde* 2002;31:681–97.
18. Nemeth JA, Mattingly LG. Six-pin halo fixation and the resulting prevalence of pin-site complications. *J Bone Joint Surg Am* 2001;83:377–82.
19. Nickel VL, Perry J, Garret A, et al. The halo. A spinal skeletal traction fixation device. *J Bone Joint Surg Am* 1969;50:1400–9.
20. Nottmeier EW, Bondurant CP. Delayed onset of generalized tonic-clonic seizures as a complication of halo orthosis. Case report. *J Neurosurg* 2000;92:Suppl:233–5.
21. Papagelopoulos PJ, Sapkas GS, Kateros KT, et al. Halo pin intracranial penetration and epidural abscess in a patient with a previous cranioplasty: case report and review of the literature. *Spine* 2001;26:463–7.
22. Perry J, Nickel VL. Total cervical-spine fusion for neck paralysis. *J Bone Joint Surg Am* 1959;41:37–60.
23. Reinhold M, Knop C, Lange U, et al. Reposition von Verrenkungen und Verrenkungsbrüchen der unteren Halswirbelsäule. *Unfallchirurg* 2006;109:1064–72.
24. Rinella A, Lenke L, Whitaker C, et al. Perioperative halo-gravity traction in the treatment of severe scoliosis and kyphosis. *Spine* 2005;30:475–82.

25. Schulze W, Esenwein SA, Muller EJ, et al. Complications in the use of the halo fixator. *Zentralbl Neurochir* 2001;62:2–9.
26. Spitaler R, Reichetseder J, Hexel M, et al. Operative and non-operative treatment of dens fractures. *Eur J Trauma* 2002;E-Suppl 1;24–33.
27. Strohm PC, Müller CA, Köstler W, et al. Halo-Fixateur – Indikationen und Komplikationen. *Zentralbl Chir* 2007;132:54–9.
28. Stürmer KM. Leitlinien Unfallchirurgie. Stuttgart: Thieme, 1999:34–54.
29. Tscherne H, Blauth M, Hrsg. Tscherne Unfallchirurgie Wirbelsäule. Berlin: Springer, 1998:114–20.
30. Vieweg U, Schultheiss R. A review of halo vest treatment of upper cervical spine injuries. *Arch Orthop Trauma Surg* 2001;121:50–5.
31. Wetzel FT, Dunsieith NW, Kuhlengel KR, et al. The effectiveness of the cervical halo: open versus closed ring. *Paraplegia* 1995;33:110–5.

Korrespondenzanschrift

PD Dr. Stephan Schmolke
Orthopädische Klinik III
Diakoniekrankenhaus Annastift
Anna-von-Borries-Straße 1–7
30625 Hannover
Telefon (+49/511) 5354-600, Fax -603
E-Mail: stephan.schmolke@annastift.de