

Diplomarbeit

Starrer Halskragen: Ja? Nein? Vielleicht?

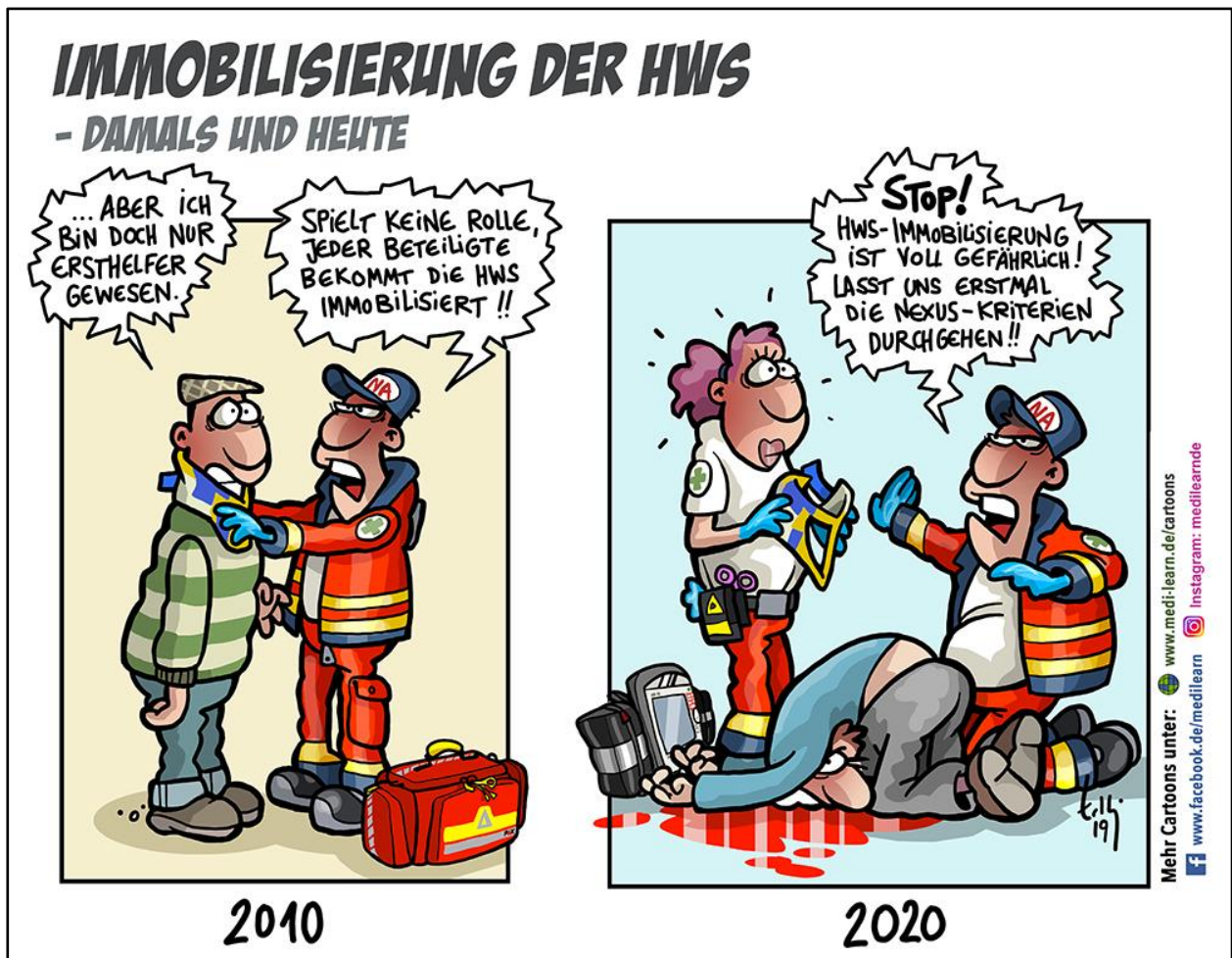


Abbildung 1 – Titelbild

Martin Buser, RS19-22B

Eingereicht an der Höheren Fachschule
medi | Zentrum für medizinische Bildung | Rettungssanität

Praktikumsbetrieb: Kantonsspital Aarau, Rettung Aargau West

Bern, 07. Januar 2022

Inhaltsverzeichnis

1. Abstract zur Diplomarbeit: Starrer Halskragen: Ja? Nein? Vielleicht?	4
2. Vorwort	5
2.1. Der Autor	5
2.2. Verdankungen.....	5
3. Zusammenfassung	6
3.1. Schlüsselwörter.....	6
4. Einleitung.....	7
4.1. Zielgruppe	7
4.2. Abgrenzungen	7
5. Ziele und Fragestellungen.....	8
6. Methodik und Material	9
7. Resultate	10
7.1. Exkurs Anatomie der Halswirbelsäule	10
7.1.1. Schutz der Halswirbelsäule	11
7.2. Schweizer Marktübersicht starrer Halskragen	12
7.2.1. Laerdal Stifneck select	12
7.2.2. Ambu Perfit ACE.....	12
7.2.3. X-Collar.....	13
7.3. Erfahrungswerte	14
7.4. Studienlage	15
7.4.1. Potenzieller Benefit des starren Halskragens	15
7.4.2. Schäden durch starre Halskragen	16
7.5. Verschiedene Guidelines	18
7.5.1. S1-Leitlinie Verletzungen der oberen Halswirbelsäule.....	18
7.5.2. PHTLS neunte Edition.....	19
7.5.3. E.M.S. IMMO Protocol (Emergency Medicine Spinal Immobilization Protocol).....	20
7.5.4. Dänische Guidelines 2019.....	21
7.5.5. Norwegische Guidelines 2017	23
7.5.6. Südengland – South East Coast Ambulance Service (SECAmb)	24
7.5.7. SMEDRIX	25
7.5.8. Rettungsdienst Winterthur.....	26
7.5.9. Rettung Basel-Stadt	27
7.7. Tests für die Wirbelsäule	28
7.7.1. NEXUS (National Emergency X-Radiography Utilization Study) Kriterien	28

7.7.2. Canadian C-Spine Rule	29
8. Diskussion und Schlussfolgerungen.....	30
8.1. Halskragen	30
8.2. Zum Benefit des Halskragens.....	30
8.3. Schäden durch den Halskragen	31
8.4. Algorithmen	31
8.5. Persönliches Fazit.....	32
8.6. Algorithmus-Vorschlag.....	33
9. Quellenverzeichnis	34
10. Bilderverzeichnis	37
11. Anhänge	Fehler! Textmarke nicht definiert.

1. Abstract zur Diplomarbeit: Starrer Halskragen: Ja? Nein? Vielleicht?

Martin Buser, RS 19-22B, eingereicht zur Diplomerreichung als Rettungssanitäterin HF/ Rettungssanitäter HF an der Höheren Fachschule medi | Zentrum für medizinische Bildung | Rettungssanität
Praktikumsbetrieb: Kantonsspital Aarau AG, Rettung Aargau West

Einleitung

Die Immobilisation ist ein zentraler Bestandteil des rettungsdienstlichen Alltags. Seit seiner Einführung in den 1960er Jahren wird der starre Halskragen (HK) traditionell weiterhin routinemässig zur immobilisation verwendet, obwohl es unklar ist, ob unsere Patienten von ihm profitieren. Gemäss aktueller Fachpresse gibt es Länder, die auf seinen Einsatz verzichten. Zudem existieren entsprechende Studien zum Thema.

Ziele und Fragestellung

Ziel der Arbeit war, mögliche Evidenz zum Gebrauch des starren HKs zur Immobilisation von Traumapatienten näher zu beleuchten, Vor- und Nachteile gegeneinander abzuwiegen und daraus ein angepasster und auf aktuelle Guidelines gestützter Algorithmus zur Immobilisation im eigenen Betrieb zu erarbeiten.

Methodik / Material

Es erfolgte ein Literaturreview auf Google Scholar, Pubmed und Cochrane Library von Studien, Artikeln und Guidelines zu folgenden Suchwörtern (einzeln oder in Kombination): «Halskragen» / «Stifneck» / «rigid collar placement», «Immobilisation» / «Immo Protocoll», «Rettungsdienst» / «EMS». Nur präklinisch relevante und aktuelle Papers (ab dem Jahr 2000) über Erwachsene wurden eingeschlossen. Über den Austausch mit Rettungsdiensten, die Anwendung des starren HKs bereits erfolgreich minimiert haben, wurden neue Inputs und bereits angepasste Algorithmen zusammengetragen.

Ergebnisse, Auseinandersetzung mit der Theorie

Tatsächlich gibt es kaum Studien, die den Nutzen eines HK belegen, jedoch viele zu möglichen Schäden und Risiken (Verkleinerung der Mundöffnung, erschwerte Intubation, Aspirationsgefahr, Steigerung des Hirndruckes, Druckstellen, ungenügende Stabilisierungswirkung, fehleranfällige Anlage). Es wurden bereits vorhandene Algorithmen gefunden, welche ohne die Verwendung eines starren HKs auskommen und validierte Testmöglichkeiten aufgezeigt, um checklistenartig eine Verletzung der (Hals-)Wirbelsäule ausschliessen zu können (Canadian C-Spine Rule und NEXUS-Kriterien).

Diskussion und Schlussfolgerungen

Der Stellenwert des starren HKs im modernen Rettungsdienst muss sinken. Die Evidenz zu seinem Nutzen ist mehr als dünn, die gefundenen Negativaspekte überwiegen klar. Unter Beachtung der NEXUS-Kriterien bzw. der Canadian C-Spine Rule sollte er zum Benefit des Patienten primär zur Bergung eingesetzt und anschliessend entfernt werden, sobald eine adäquate Immobilisierung mittels Vakuummatratze oder einem Spineboard erfolgen kann.

Aufgrund dieser Arbeit werde ich mit meinen Vorgesetzten das Gespräch suchen und eine Änderung unseres bestehenden Immobilisationsalgorithmus anstreben.

Bern, 7. Januar 2022

2. Vorwort

Aufgrund der besseren Lesbarkeit verwendet der Autor in dieser Arbeit die männliche Form. Weibliche und andere Geschlechteridentitäten werden dabei ausdrücklich mitgemeint, falls es für die Aussage nötig ist.

2.1. Der Autor

Martin Buser, verheiratet seit 2016, seit 2020 Vater eines grossartigen Jungen. Den Wunsch, Dipl. Rettungssanitäter HF zu werden, habe ich bereits seit meinem Nothelferkurs. Durch diverse Umwege in meinem Lebenslauf hat es jedoch länger gedauert, bis ich meinem Traumberuf näherkommen konnte. Jetzt, da ich diese Diplomarbeit schreibe, bin ich kurz vor meinem Ziel und freue mich darauf, bald den Beruf Diplomierter Rettungssanitäter HF ausüben zu dürfen.

2.2. Verdankungen

Ein grosses Dankeschön geht an meine Frau Martine Buser, welche mich auf meinem Weg stets unterstützt und motiviert hat, an meinen Zielen fest zu halten und sie stetig weiter zu verfolgen, sowie für das Korrekturlesen meiner Arbeit. Ebenso danke ich unserem Sohn Ben Yannick Buser, der so manche Zeit auf mich verzichten musste und mich trotzdem jedes Mal freudestrahlend begrüsst, wenn ich bei einer Pause aus dem Büro kam.

Yann Moser gebührt für seine zielführende Betreuung während dieser Diplomarbeit ein herzliches Merci.

Sascha Fuchs (Berufsbildner Rettung Aargau West) sowie seinen Berufsbildnerkollegen, danke ich für die Begleitung, Unterstützung und Expertise während meiner Ausbildung.

PD Dr. med. Philipp Stein (Ärztlicher Leiter Rettungsdienst Winterthur), und Alan Cowley (Critical Care Paramedic, South East Coast Ambulance Service) möchte ich meine Anerkennung aussprechen für die Zeit, die sie sich genommen haben, um mir einige Fragen zu beantworten. Ihnen, sowie auch Daniel Kobler (Leiter operativer Bereich, Rettung Basel-Stadt) danke ich für die Freigabe zur Verwendung des Immobilisationsalgorithmus der Rettung Basel-Stadt.

3. Zusammenfassung

Die Immobilisation ist ein zentraler Bestandteil des rettungsdienstlichen Alltags. Seit seiner Einführung in den 1960er Jahren wird der starre Halskragen weiterhin routinemässig dazu verwendet, obwohl es unklar ist, ob unsere Patienten davon profitieren. Gemäss aktueller Fachpresse gibt es Länder, die auf seinen Einsatz verzichten.

Ziel der Arbeit ist, die Studienlage zum Gebrauch des starren Halskragens zur Immobilisation von erwachsenen Traumapatienten näher zu beleuchten und daraus ein angepasster, evidenzbasierter Algorithmus im eigenen Betrieb zu erarbeiten. Über den Austausch mit Rettungsdiensten, die Anwendung des starren Halskragens bereits minimiert haben, wurden zudem neue Inputs und bereits angepassten Algorithmen gesammelt und diskutiert.

Die Evidenz zum Nutzen des starren Halskragens ist dünn, die gefundenen Negativaspekte überwiegen klar (Verkleinerung der Mundöffnung, erschwerte Intubation, Aspirationsgefahr, Steigerung des Hirndruckes, Druckstellen, ungenügende Stabilisierungswirkung, fehleranfällige Anlage). Daher komme ich zum Schluss, dass der Stellenwert des starren Halskragens im modernen Rettungsdienst sinken muss.

3.1. Schlüsselwörter

Starrer Halskragen, Immobilisation, Vakuummatratze, Halswirbelsäule

4. Einleitung

Bei der täglichen Arbeit immobilisieren wir oft Patienten mittels starrem Halskragen. Durch meine Nachforschungen konnte ich herausfinden, dass wir Halskragen seit den 1960er Jahren verwenden. Dies jedoch vor allem aufgrund von biomechanischen und anatomischen Überlegungen. Studien, welche einen positiven Effekt eines Halskragens aufzeigen konnte, ich im Rahmen meiner initialen Kurzrecherche nicht finden. Durch diverse Artikel auf Socialmedia und in der Fachpresse habe ich erfahren, dass in anderen Ländern der starre Halskragen in der Präklinik nicht mehr verwendet wird. Dies hat mich neugierig gemacht, ob es evidenzbasierte Literatur zu dem Thema gibt und wollte mich näher mit der Problematik auseinandersetzen. Die moderne Notfallmedizin stützt sich an vielen Orten auf klare Evidenz, bei der Verwendung von starren Halskragen berufen wir uns auf eine Annahme aus den 1960er Jahren und ignorieren bisher mehrheitlich die negativen Aspekte, die gefunden wurde.

Im Schulunterricht wurde uns vermittelt, dass selbst ein Halskragen, der zu 100% korrekt angelegt ist, die HWS (Halswirbelsäule) dennoch nur zu 70% schütze. Aus eigener Erfahrung kann ich sagen, dass ein grosser Teil der Halskragen aus verschiedenen Gründen (Anatomie, Patientencompliance, Kleidung, Schmerzen usw.) nicht zu 100% perfekt sitzt. In einer Studie (Kreiness et al., 2015) mit 104 Probanden, die etliche Jahre an Erfahrung in der Notfallmedizin aufweisen konnten, wurde herausgefunden, dass rund 89% der Teilnehmer mindestens einen wichtigen Schritt bei der Anwendung eines starren Halskragens falsch gemacht haben. Dies obwohl das Wissen vorhanden war, dass ein schlecht sitzender oder nicht korrekt angepasster Halskragen dem Patienten nicht helfen wird und sogar schädlich sein kann, falls eine instabile Wirbelsäule vorliegt (NAEMT PHTLS 9. Edition 2020).

Vor dem Hintergrund dieser Risiken habe ich mich gefragt, ob wir wirklich bei jedem zu immobilisierenden Patienten einen starren Halskragen verwenden sollten oder ob man nicht auf den Einsatz eines solchen verzichten könnte. Daher möchte ich mit meiner Diplomarbeit, initial eine Diskussion im eigenen Betrieb anregen, um unseren Immobilisationsalgorithmus der aktuellen Studienlage anpassen zu können. Als Fernziele sollen so, einerseits die Patientenversorgung optimiert und der Verbrauch von Ressourcen reduziert werden.

Erste Erfahrungen konnte ich auf dieser Mission bereits sammeln und mit etwas Aufklärung wurde in den aufnehmenden Spitälern das Einliefern von Patienten ohne starre Halskragen trotz Immobilisation mittels Vakuummatratze wohlwollend aufgenommen.

4.1. Zielgruppe

Mit dieser Arbeit möchte ich alle Personen, welche Berührungspunkte mit immobilisierten Patienten haben erreichen. Diese Berufsgruppe umfasst Rettungssanitäter, Notärzte, Pflegekräfte und Ärzte auf Notfallstationen, sowie weitere Interessierte Personen aus dem (para-)medizinischen Bereich.

4.2. Abgrenzungen

In dieser Arbeit geht es primär um die Frage, ob in Zukunft weiterhin ein starrer Halskragen standardmässig bei der Immobilisation von erwachsenen Patienten mit Verdacht auf Wirbelsäulentrauma verwendet werden soll. Andere Immobilisationsmethoden werden nicht tiefer erklärt oder untersucht, da dies den Rahmen der Arbeit sprengen würde.

5. Ziele und Fragestellungen

Mit dieser Arbeit soll aufgezeigt werden, welches (erwachsene) Patientengut von einem bewussten Verzicht auf einen starren Halskragen profitieren könnte, sowie alternative Tools zur Bewegungseinschränkung des Kopfes und damit der HWS beleuchtet werden.

- Was ist ein Hals-Wirbelsäulentrauma und wie können Folgeverletzungen minimiert bzw. verhindert werden?
- Welche Halskragen finden sich derzeit auf dem Schweizer Markt zur Immobilisation der HWS sowie die Stärken und Schwächen der einzelnen Produkte?
- Welches sind die Vorteile bzw. potenzielle Gefahren, die von einem starren Halskragen ausgehen?
- Gibt es Gründe, trotz angezeigter Immobilisation auf einen starren Halskragen zu verzichten?
- Was sagen aktuelle Leitlinien zur HWS-Immobilisation?
- Gibt es anwendbare Tests, um eine Halswirbelsäulenverletzung bereits in der Präklinik auszuschliessen?

Als übergeordnetes Ziel soll ein angepasster und auf aktuelle Guidelines gestützter Algorithmus zur Immobilisation im eigenen Betrieb entwickelt werden.

6. Methodik und Material

Initial wird die Anatomie der Wirbelsäule sowie die Pathophysiologie einer Wirbelsäulenverletzung und deren Auswirkungen erarbeitet und visualisiert, damit die Grundlagen wieder präsent sind.

Anschliessend werden die derzeitigen Optionen zur HWS-Immobilisation umrissen. Es folgt ein Überblick über die zurzeit gängigsten starren Halskragenmodelle inkl. deren Vor- und Nachteile aufgrund von Herstellerangaben, Erfahrungsberichten von Arbeitskollegen und Klassenkameraden, sowie eigene Erkenntnisse. Um den Rahmen der Diplomarbeit nicht zu sprengen, werden lediglich die meines Wissens in der Schweiz am meisten verwendeten starren Halskragen beleuchtet.

Um der Frage nach der Evidenz zum Einsatz des starren Halskragens nachgehen zu können, wurden auf Plattformen wie Google Scholar, Pubmed und Cochrane Library Arbeiten und Artikel zu folgenden Suchwörtern (einzeln oder in Kombination) gesucht:

- Halskragen
- Immobilisation
- Rettungsdienst
- Stifneck
- rigid collar placement
- Immo Protocoll
- EMS

Dabei wurden ausschliesslich präklinisch relevante Studien und Guidelines über Erwachsenen verwendet, welche ab dem Jahr 2000 veröffentlicht wurden, um die Aktualität der Suchergebnisse gewährleisten zu können.

Um die Studien mit Erfahrungen anreichern zu können, wurde via E-Mail und Socialmedia der persönliche Kontakt mit Organisationen und Personen gesucht, welche aufgrund Änderungen am Immobilisationsalgorithmus bereits erste Erfahrungen mit dem Verzicht der standardmässigen Anwendung von starren Halskragen sammeln konnten. Dadurch können in der Diplomarbeit nebst den Studien aus Europa noch Algorithmen aus der Schweiz und England aufgezeigt werden.

7. Resultate

7.1. Exkurs Anatomie der Halswirbelsäule

Die Halswirbelsäule (HWS) ist der beweglichste Abschnitt unserer Wirbelsäule. Sie verbindet den Schädel mit dem restlichen Skelett und schützt dabei den obersten Teil des Rückenmarks. Durch den schweren Kopf bewegt sich dieser aufgrund seiner Masse mit einer gewissen Trägheit. Dadurch ist die HWS bei vielen Traumata (Akzelerations- & Dezelerationstrauma) oftmals durch hohe G-Kräfte stark belastet (2. Newtonsches Gesetz, $F = m \cdot a$, Kraft = Masse mal Beschleunigung). Entlang der HWS verlaufen viele wichtige Nerven, die das Gehirn mit dem restlichen Körper verbinden. Gerade Verletzungen zwischen dem zweiten und fünften Halswirbel können aufgrund einer möglichen Mitverletzung des N. phrenicus, der das das Zwerchfell innerviert, folglich zu lebensbedrohlichen Ateminsuffizienzen führen. Falls durch das initiale Trauma nicht bereits eine Läsion der Nerven im Bereich der HWS geschehen ist, könnte theoretisch jede weitere Bewegung zu einer Schädigung derselben führen. Aus diesen Überlegungen nehmen wir eine HWS-Immobilisation vor.

Nebst den verschiedenen Nerven liegen auch die Venen und Arterien, die das Gehirn versorgen, im Halsbereich. Sauerstoffreiches Blut fließt, unter anderem, über die Aa. carotides und sauerstoffarmes Blut fließt, unter anderem, über die Vv. jugulares externae & Vv. jugulares interna zurück in Richtung Herz. Genau diese Gefäße können durch einen starren Halskragen komprimiert werden (Stone et al., 2010) und dadurch, im Fall der Venen, den zerebralen Abfluss stören. Diese Stase kann in einer signifikanten Erhöhung des Intra Cranial Pressure (ICP) resultieren (Hunt et al., 2001; Mobbs et al., 2002). Dies möchten wir bei Patienten mit Schädel-Hirn-Verletzung bzw. -erkrankung vermeiden damit das neurologische Outcome des Patienten nicht verschlechtert wird.

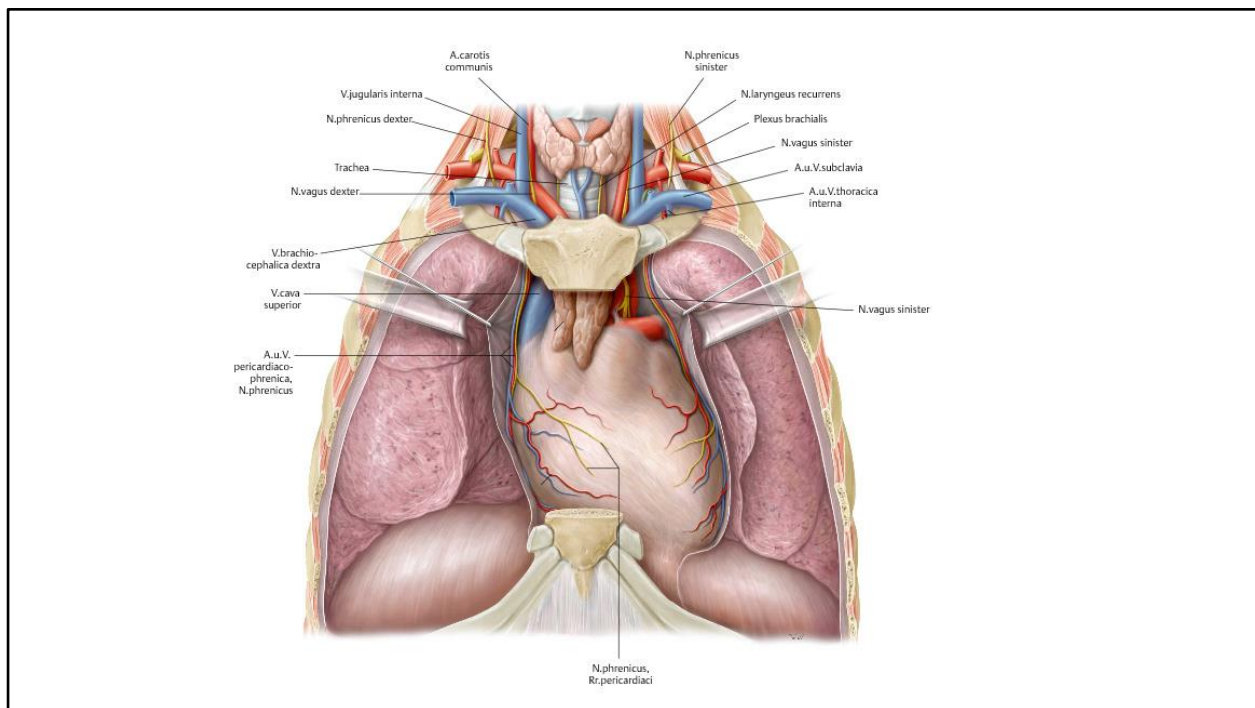


Abbildung 2 - Übersicht Wirbelsäule und Verlauf Gefäße und Nerven

7.1.1. Schutz der Halswirbelsäule

Gemäss PHTLS (NAEMT PHTLS 9. Edition 2020) wird bereits im Primary Survey auf den Schutz der HWS Wert gelegt. Bei einem vermuteten HWS-Trauma soll daher sofort eine manuelle Inline-Stabilisation erfolgen. Nebst der Lähmung des N. phrenicus ist die Dens-Fraktur gefürchtet. Mit der manuellen HWS Stabilisation soll eine Dislokation einer allfälligen Fraktur oder sonstiges Sekundärverletzungen, während der Erstbeurteilung verhindert werden. Erhärtet sich der Verdacht einer HWS-Verletzung, muss der Patient für den Transport immobilisiert werden.

In den letzten Jahren hiess dies jeweils, dass ein starrer Halskragen angepasst wird und die Patienten dann entweder auf einem Spineboard oder einer Vakuummatratze für den Transport gelagert wurde.

7.2. Schweizer Marktübersicht starrer Halskragen

In diesem Kapitel werden die am meisten verwendeten Halskragen in der Schweiz beleuchtet. Die Liste kam dank Gesprächen mit Klassenkameraden und den von der Schule zur Verfügung gestellten Artikel zustande. Die Aufzählungen der Vor- und Nachteile kamen wie folgt zu Stande:

- Sofern nicht anders deklariert Artikelbeschreibung der Hersteller
- Diskussionen mit Arbeitskollegen und Klassenkameraden
- Selbstgemachte Erfahrungen

Weltweit gibt es noch weitere Modelle. Alle aufzuzählen würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

7.2.1. Laerdal Stifneck select

Vorteile:

- Grösse schnell und einfach verstellbar
- Hält die eingestellte Grösse zuverlässig
- Übergrosse Trachealöffnung
- MRT- und CT-geeignet
- Röntgendurchlässig
- Gleich teuer wie Ambu Perfit ACE (14.88€, gemäss www.medida-shop.de)

Quelle: <https://laerdal.com>

Nachteile:

- Verkleinert Mundöffnung (Goutcher & Lochhead, 2005)
- Behindert venösen Abfluss (Stone et al., 2010)
- Kann aufgrund der menschlichen Anatomie nicht bei allen Patienten verwendet werden (Erfahrungswert)
- Schient nicht die gesamte HWS (nur C1-C5) aufgrund fehlender thorakalen Verbindung



Abbildung 3 - Laerdal Stifneck Select

7.2.2. Ambu Perfit ACE

Vorteile:

- 16-fach höhenverstellbar durch feine Rasten
- Röntgendurchlässig
- Geeignet für CT & MRI
- Grosse Trachea- & Drainageöffnung
- Gleichteuer wie Stifneck Select (14.88€, gemäss www.medida-shop.de)

Quelle: <https://www.ambu.de>

Nachteile

- Verkleinert Mundöffnung (Goutcher & Lochhead, 2005)
- Behindert venösen Abfluss (Stone et al., 2010)
- Kann aufgrund der menschlichen Anatomie nicht bei allen Patienten verwendet werden (Erfahrungswert)
- Schient nicht die gesamte HWS (nur C1-C5) aufgrund fehlender thorakalen Verbindung



Abbildung 4 - Ambu Perfit ACE -

7.2.3. X-Collar

Vorteile:

- Vierpunktfixierung des Kopfes
- Schient die ganze HWS (C1- ca Th2)
- Kann angewendet werden von ca. 12kg – 160kg Patientengewicht
- Ermöglicht Schienung in aufgefundener Position
- Seitliche & Vertikale Bewegungen werden minimiert
- MRT- und CT-geeignet, röntgendurchlässig

Quelle: <https://www.xcollar.com/>

Nachteile:

- Teurer als andere Halskragen (17.85€ gem. Medida-shop.de)
- Aufgrund mehrerer Teile kompliziertere Anlage. Deshalb ebenso mehr Training nötig und längere Vorbereitungszeit als bei andere Halskragen (Erfahrungswert)
- Vor allem sperrige Teile dorsal, daher beim liegenden Patienten schwierig anzulegen (Erfahrungswert)
- Bei Gesichtsverletzungen nicht anwendbar (siehe Abb. 5)
- In der Schweiz zwar erhältlich, jedoch eher unbekannt / hat sich nicht durchgesetzt (Erfahrungswert)



Abbildung 5 – X-Collar



Abbildung 6 - X-Collar am Patient

7.3. Erfahrungswerte

Das Thema Immobilisation wurde in den letzten 20 Jahren oft diskutiert und es gab viele Änderungen der Leitlinien. Der perfekte Patient (durchschnittlich gross und schwer, flach auf dem Rücken liegend, auf einer ebenen Fläche, ohne störende Kleidung etc.) ist im Rettungsdienst kaum anzutreffen. Daher ist es oft schwierig, einen Patienten zu immobilisieren, ohne ihn zu bewegen. Abgesehen vom Halskragen verfügen wir über diverse andere Werkzeuge, die wir dazu benutzen. Oftmals spielt bei der Wahl des Hilfsmittels, welches wir gerade benutzen die gemachten Erfahrungen eine grosse Rolle. Aus eigener Erfahrung kann ich sagen, dass ein Tool, welches ich oft eingesetzt habe, mir sympathischer ist und ich mich in der Anwendung sicherer fühle und somit eher zu diesem Hilfsmittel greife.

Bei diversen Diskussionen mit Klassenkameraden habe ich erfahren, dass die meisten in der Klasse vertretenen Rettungsdienste entweder den Stifneck select von Laerdal oder den Ambu perfit ACE benutzen. Beide Produkte sind bereits seit Jahren auf dem Markt. Deren diverse Vor- und Nachteile habe ich oben bereits beschrieben. Den grössten Nachteil sehe ich darin, dass teilweise nicht die ganze HWS durch die beiden oben genannten Halskragen gestützt wird und alle sehr eng anliegen. Dies führt zu Druckgefühl für den Patienten, abnehmendes Verständnis für die Massnahmen. Auch versuchen Patienten, welche sich unwohl fühlen, durch leichte Bewegungen eine bequemere Position einzunehmen. Gerade diese Bewegungen möchten wir vermeiden, damit es nicht zu Rotations- oder Seitwärtsbewegungen kommt und eine allfällige Fraktur disloziert.

Im Unterricht wurde uns beigebracht, dass ältere Menschen sehr schnell Druckstellen entwickeln können. Oftmals dauert es bis zur Freigabe der HWS und der damit verbundenen, definitiven Entfernung eines Halskragens auf den Notfallstationen länger, da nicht immer sofort ein Röntgen / CT / MRI frei ist, oder die radiologische Befundung der HWS aufgrund erhöhter Arbeitslast verzögert wird. Dies führt zu längerem Tragen von Halskragen, welches folglich Druckstellen begünstigt.

7.4. Studienlage

Von den Rund 800'000 Unfällen in der Schweiz betreffen 28'600 die Wirbelsäule. Davon weisen 3'100 aller verunfallten Personen in der Schweiz Frakturen und 235 Nerven- bzw. Rückenmarksverletzungen auf ((SSUV), 2021). Anteilig entspricht dies lediglich 0.39% für Frakturen und nur 0.03% für eine Nerven- bzw. Rückenmarksverletzung. Somit treten diese vergleichsweise selten und nur bei einer kleinen Patientengruppe auf. Die Frage drängt sich auf, ob der stetige Einsatz eines starren Halskragens gerechtfertigt ist.

7.4.1. Potenzieller Benefit des starren Halskragens

Es wurden lediglich sechs Studien gefunden, die sich nach Vorteilen des Halskragens suchen und den Einschlusskriterien entsprechen. Interessanterweise stützen sich die Autoren dabei auf wenige Fakten, interpretieren diese jedoch unterschiedlich. Während (Kwan et al., 2001) auf der Suche nach qualitativ hochwertigen (im Sinne von randomisierten, kontrollierten) Studien für ihr Review scheiterte, forderte sie dringend weitere Forschungsarbeit zu diesem Thema.

Auch 2002 kommt Hadley in seinem Paper über präklinische Immobilisation bei Wirbelsäulentrauma (Hadley et al., 2002) zum Schluss, dass es keine Evidenz zu diesem Thema gäbe und folgert daraus, relativ unkritisch, dass eine Kombination aus starrem Halskragen, Spineboard und Headblocks bei diesem Patientengut konsequent eingesetzt werden sollte. Diese Aussage wurde jedoch nicht weiter begründet und daher als mögliche Expertenmeinung vom Autor der vorliegenden Diplomarbeit eingestuft (schwache Evidenz).

In einem systematischen Literaturreview (Ahn et al., 2011) wurden 25, vor allem ältere Studien (von 1987 bis 2007) zur Fragestellung evaluiert, was denn (präklinisch) die optimale Technik und Dauer einer HWS-Immobilisation bei vermuteter Knochenmarksläsion sei. Die Autoren favorisieren dabei eine Kombination aus Spineboard, Halskragen und Kopffixation mittels Headblocks oder Handtüchern, da so die bestmögliche, biomechanische Stabilität resultiere, dies jedoch ohne klare Evidenz: Bei genauerer Durchsicht der zitierten Studien wurde eine klare Empfehlung, den starren Halskragen auch wirklich einzusetzen, nur bei zweien gefunden. Eine davon stütze sich dabei jedoch ausschliesslich auf radiologische Messungen zur Fähigkeit des Tools, die Bewegung in der HWS an 20 gesunden Probanden einzuschränken (Chandler et al., 1992). Bei der anderen wurde verschiedene Halskragenmodelle an einem pädiatrischen Phantom anprobiert und die Bewegungsumfänge gemessen (Huerta et al., 1987). Dem gegenüber zu stellen ist jedoch, dass zwei der eingeschlossenen Studien (mit 1000 bzw. 454 Patienten) kühn anregen, auf eine Immobilisation gänzlich zu verzichten (Cornwell et al., 2001; Hauswald et al., 1998), die erstere jedoch im speziellen Setting der Thoraxschussverletzungen. Anh et al. gehen bei möglichen Risiken ausschliesslich auf Druckstellen durch Spineboards an Hinterkopf und der Sakralgegend ein. Zur Immobilisationsdauer konnte keine Aussage gemacht werden.

Eine Arbeit (Horodyski et al., 2011) an 5 Leichen mit zugefügten HWS-Traumen zeigte zwar eine ungenügende, radiologische Stabilisation durch den Halskragen, räumte ihm jedoch psychologische Pluspunkte ein. Er würde wachen, adäquaten Patienten an eine adäquate Haltung mahnen und Pflegepersonal auf das Vorliegen einer möglichen HWS-Verletzung sensibilisieren. Allerdings wogen sie die Vor- und Nachteile nicht gegeneinander ab oder nannten Alternativen (z.B. ein nichteinschnürendes Schild um den Hals).

Der Abschluss der gefundenen Papers zum Thema Benefit des Halskragens bilden wiederum zwei biomechanische Studien (Holla, 2012; Uzun et al., 2020) an 10 bzw. 3 gesunden Probanden zur Bewegungseinschränkung bei Kopffixation (Spineboard und Headblocks oder Vakuummatratze und Headblocks jeweils mit oder ohne starrem Halskragen). Es konnte kein zusätzlicher, positiver Beitrag des Halskragens

zur Immobilisation gezeigt werden. Da er jedoch die Mundöffnung behindere, werten Holla et al. ihn als potenziell gefährlich (vgl. Kapitel 6.4.2). Die Autoren raten deshalb von seinem Gebrauch ab.

7.4.2. Schäden durch starre Halskragen

Zur Problematik der Hirndrucksteigerung unter Halskragenanlage konnten fünf Studien gefunden werden (Hunt et al., 2001; Maissan et al., 2018; Mobbs et al., 2002; Sanri & Karacabey, 2019). Stone et al. konnte eine Abflussstörungen durch Kompression der vena jugularis interna (Stone et al., 2010) aufgrund des Halskragens zurückführen, was pathophysiologisch ebenfalls zur Hirndrucksteigerung führt.

In einer Studie mit 52 gesunden Freiwilligen wurde durch (Goutcher & Lochhead, 2005) gezeigt, dass die Mundöffnung mit einem Halskragen auf weniger als 20mm sinken kann. Weitere Arbeiten untermauern diese Tendenz (Holla, 2012; Komatsu et al., 2004). Dies führt einerseits dazu, dass bei Erbrechen des Patienten der Atemweg behindert werden kann, sowie, dass die Sicherung eines Atemweges mittels Intubation erschwert wird (Gerling et al., 2000; Tienpratarn et al., 2020). Um das Prozedere durchführen zu können, muss man den Halskragen öffnen. Es wird bei allen genannten Studien empfohlen, dass man dabei eine manuelle Inlinestabilisation durchführen sollte. Die deutlich verschmälerte Mundöffnung macht auch ein Platzieren einer supraglottischen Atemwegshilfe anspruchsvoll bis unmöglich (Komatsu et al., 2004).

Einige Autoren werten die stabilisierende Wirkung des Halskragens als ungenügend (Horodyski et al., 2011; Thézard et al., 2019), andere konnten eine direkte Halswirbelkörper-Dislokation durch den korrekt angebrachten Halskragen selber nachweisen (Ben-Galim et al., 2010; Lador et al., 2011). Wird er fehlerhaft angebracht, können weitere durch seine erhöhte Bewegungsfreiheit Sekundärschäden entstehen (Bell et al., 2009). Leider hat Kreinest (Kreinest et al., 2015) in einer Studie mit 104 erfahrenen Professionals aufzeigen können, dass Halskragen nur in 11% der Fälle fehlerfrei angezogen werden.

Ausserdem können Druckstellen durch den Halskragen auftreten (Ackland et al., 2007; Ham et al., 2016), insbesondere bei > 65-Jährigen (Nakanishi et al., 2019). Und sogar ein psychologischer Nachteil konnte in einer Studie aufgezeigt werden: Patienten mit liegendem Halskragen bekommen signifikant öfter ein unnötiges Computertomogramm (Drain et al., 2020).

Studien zu Schäden durch den Halskragen	
Mundöffnung enger	Kommatsu, 2004; n = 100 Pat Goutcher, 2005; n = 52 Gesunde Holla, 2012; n = 10 Gesunde
Erschwerte Atemwegssicherung	Gerling, 2000; n = 14 Leichen Kommatsu, 2004; n = 100 Pat Tienpratarn 2020; n = 125
ICP-Steigerung	Hunt, 2001; n = 30 Pat mit schwerem SHT Mobbs, 2002; n = 10 Pat mit schwerem SHT (Stone, 2009; n = 42 Gesunde) Sanri, 2019; n = unklar, Gesunde Maissan, 2018; n = 45 Gesunde
Druckstellen	Ackland, 2007; n = 299 Pat Ham, 2016; n = 342 Pat Nakanishi, 2019; n = 1145 Pat
Kein zusätzlicher Benefit	Holla, 2012; n = 10 Gesunde Uzun, 2020; n = unklar, Gesunde
Stabilisiert ungenügend	Horodyski, 2010; n = 5 Leichen Thézard, 2018; n = 18 Gesunde
HWK-Dislokation wegen Halskragen	Ben-Galim, 2010; n = 9 Leichen Lador, 2011; n = 7 Leichen
Fehleranfälligkeit der Anlage	Bell, 2009; n = 12 Gesunde Kreinst, 2015; n = 104 Professionals am Phantom
Bewegung bei Anlage und Ausziehen	Prasan, 2012; n = 5 Leichen
häufiger CT	Drain, 2020; n = 1438

7.5. Verschiedene Guidelines

Um den aktuellen Trend bezüglich der HWS-Immobilisation aufzeigen zu können, werden hier verschiedene nationale und internationale bereits angewendete Guidelines, bezüglich der Anwendung bzw. Verzicht der starren Halskragen beleuchtet. Somit kann ein möglicher, zukünftige Richtung gezeigt werden, in den die HWS-Immobilisation gehen könnte.

7.5.1. S1-Leitlinie Verletzungen der oberen Halswirbelsäule

Die S1-Leitlinie besagt, dass in folgenden Situationen eine HWS-Immobilisierung erfolgen muss:

- Bei passendem Unfallmechanismus und/oder klinischem Eindruck einer HWS-Verletzung
- in Neutralstellung (keine Über-Distraktion) mittels harter Zervikalstütze und Fixierung von Rumpf und Kopf auf einem Spineboard / einer Vakuummatratze.
 - Neutralstellung der HWS bei Erwachsenen in Rückenlage nur mit Unterpolsterung des Kopfes zu erzielen
 - CAVE: Neutralstellung der Halswirbelsäule bei Kindern nur durch Unterpolsterung des Rumpfes zu erzielen
 - CAVE: HWS bei der Immobilisation in keine Position bringen, die zusätzliche Schmerzen erzeugt
- Bei Schmerzverstärkung oder Auftreten/Verschlechterung eines neurologischen Defizits (z.B. Hyperextensionsfraktur bei M. Bechterew) Immobilisation in Neutralposition rückgängig machen
- Bei begleitendem Schädel-Hirn-Trauma abwägen, ob eine starre Zervikalstütze angelegt wird (Anstieg des intrakraniellen Drucks möglich).

Quelle: Zitat aus Leitlinie von (Dr. Matti & PD Dr. Georg, 07.2018)

https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/012-011I_S1_Verletzungen-der-oberen-HWS_2018-09.pdf -

7.5.2. PHTLS neunte Edition

Die aktuellen PHTLS-Guidelines erwähnen, dass, falls bei einem Patienten Symptome von erhöhtem Hirndruck auftauchen, der starre Halskragen gelockert oder entfernt werden sollte. (NAEMT PHTLS 9. Edition, 2020) PHTLS sagt explizit, dass ein schlechtsitzender, nicht korrekt angepasster Halskragen dem Patienten nicht helfen wird und sogar schädlich sein kann, wenn eine instabile Wirbelsäule vorhanden sein sollte (Siehe Abbildung 7). Ebenso sollte ein Halskragen die Atmung bzw. den Atemweg nicht behindern bzw. beengen.

Kasten 9-7 korrektes Ausmessen der Zervikalstütze

Eine schlecht sitzende, nicht korrekt angepasste Zervikalstütze wird dem Patienten nicht helfen und kann schädlich sein, wenn eine instabile Wirbelsäule vorliegt.

Abbildung 7 - PHTLS

Kasten 9-8 Anwendungsleitlinie für starre Zervikalstützen

starre Zervikalstützen:

- Alleine verwendet, bewirken sie keine vollständige Immobilisierung.
- Sie müssen an die Größe jedes Patienten optimal angepasst werden.
- Sie dürfen nicht verhindern, dass der Patient noch den Mund öffnen kann bzw. Rettungskräfte den Mund des Patienten im Falle von Erbrechen öffnen können.
- Sie sollten die Atmung in keinerlei Weise behindern bzw. den Atemweg nicht beengen.

Abbildung 8 - PHTLS

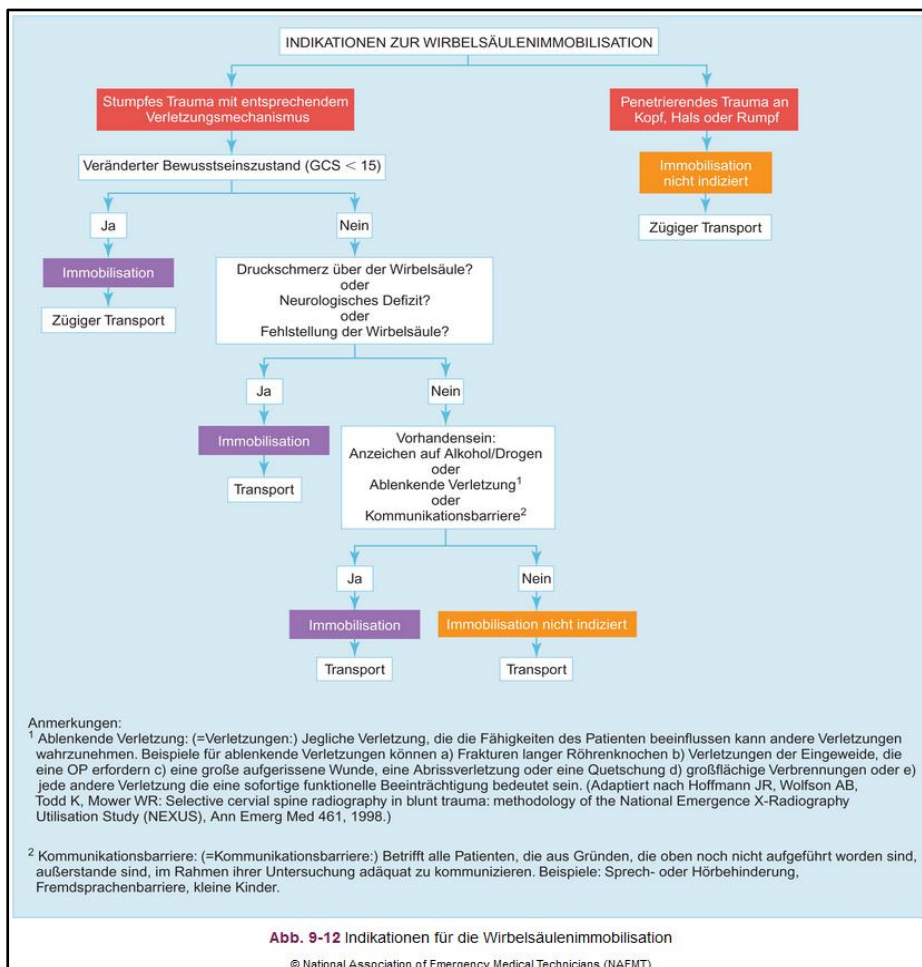


Abbildung 9 – PHTLS Immobilisationsalgorithmus

7.5.3. E.M.S. IMMO Protocol (Emergency Medicine Spinal Immobilization Protocol)

2016 wurde untersucht, inwiefern ein neues Protokoll zur Immobilisation der Wirbelsäule anwendbar ist. Dies wurde mit Hilfe der Befragung von 86 Medizinstudenten erreicht, die im Vorfeld eine kurze Einführung erhielten. Die Befragung zeigte, dass mit Hilfe des E.M.S IMMO Protokolls die Mehrheit der Studenten den Algorithmus korrekt anwenden konnten und fiktive Fallbeispiele einwandfrei abgearbeitet haben.

Das E.M.S IMMO Protocol wurde an das bekannte ABCDE angelehnt, damit eine differenzierte Indikationsstellung zur Immobilisierung aufgrund des Patientenzustandes erreicht werden kann. Ist der Patient stabil, erfolgt die Immobilisation aufgrund von 7S-Kriterien, nachdem die Beurteilbarkeit des Patienten evaluiert wurde. (Kreinst, 2016)

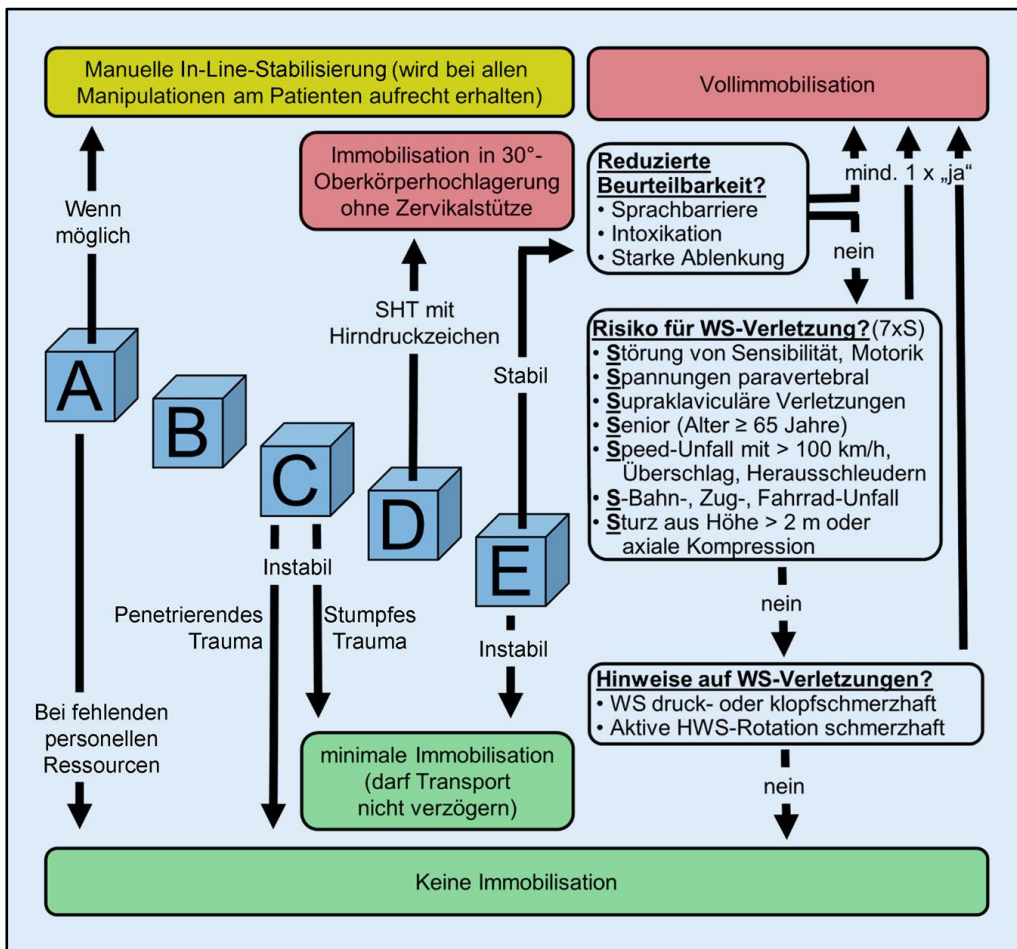


Abbildung 10 - E.M.S IMMO Protocol

7.5.4. Dänische Guidelines 2019

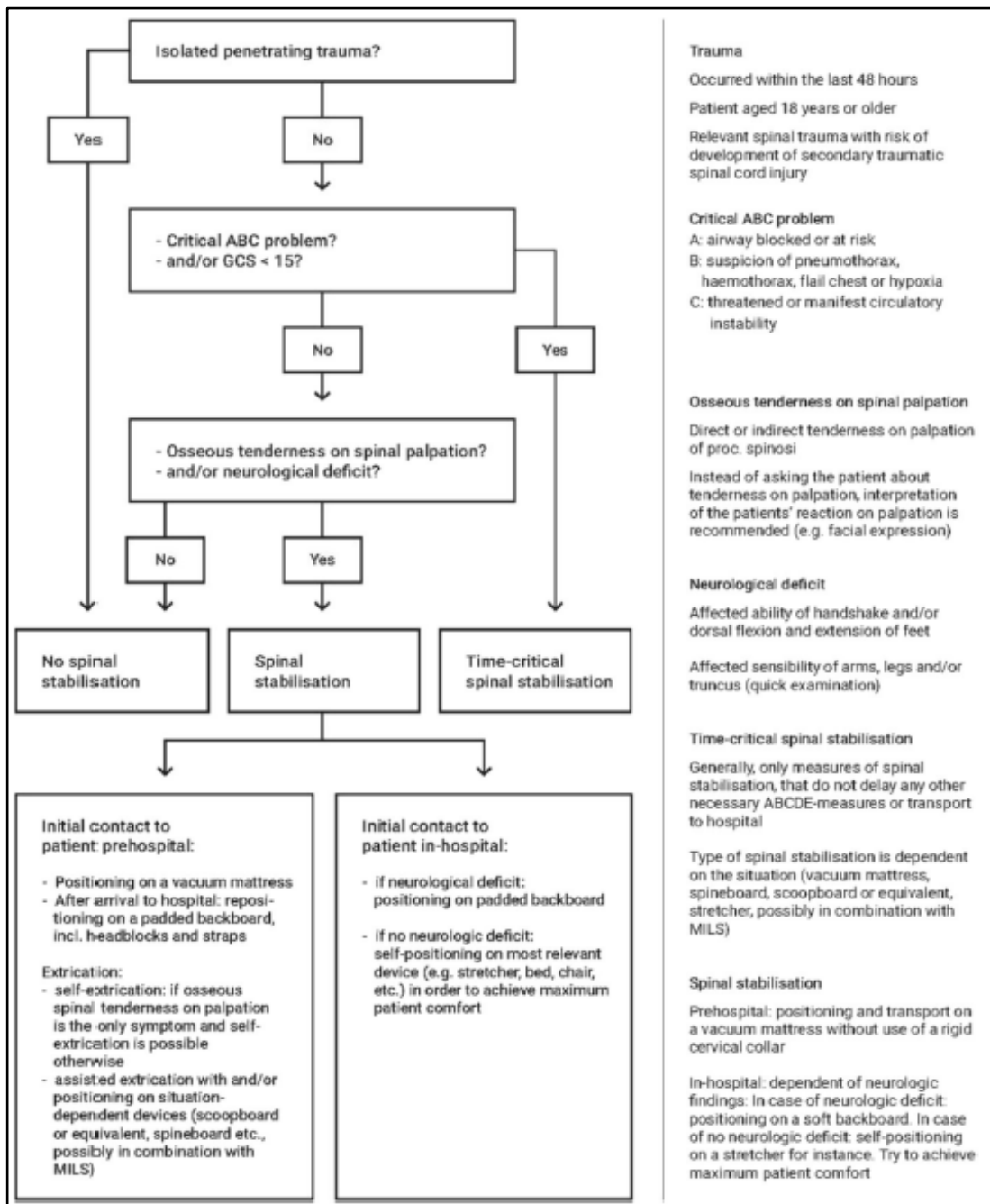
Die dänischen Kollegen haben neue Guidelines entwickelt (Maschmann et al., 2019). Diese beschränken sich vor allem auf das Bild, das uns die Patienten präsentieren und lassen die Kinematik ausser Acht. Sie unterscheiden folgende Punkte:

- Isolierendes penetrierendes Trauma → Keine Immobilisation
- Kritisches ABC Problem oder GCS unter 15 → Immobilisation mittels Spineboard & Headblocks
- Schmerzen bei der Palpation der HWS und/oder neurologisches Defizit → Immobilisation auf Vakuummatratze

Je Entscheidungsarm erfolgt daher entweder keine Immobilisation, eine Immobilisation auf Vakuummatratze ohne Halskragen oder eine Immobilisation auf Spineboard ohne Halskragen (Maschmann et al., 2019). Ferner prüfen die Autoren die Schmerzen bei der Palpation der Wirbelsäule nicht mit Hilfe von verbalen Äusserungen, sondern indem das Gesicht der Patienten auf Schmerzverzerrtheit beobachtet wird.

Zeitkritische Patienten sollen soweit immobilisiert werden, ohne dass es zu einer Verzögerung der Lebensrettenden Sofortmassnahmen oder des Transportes in die Zielklinik komme. Die Art der Stabilisation sei situationsabhängig und könne teilweise auch kombiniert werden mit der manuellen Inlinestabilisation der HWS.

Die dänischen Leitlinien zeigen auch auf, dass die innerklinische Immobilisation mit Hilfe eines gepolsterten Brettes (Traumaboard), mit Headblocks und Gurten erfolgen sollte. Somit können diese Leitlinien sowohl in der Präklinik als auch innerklinisch verwendet werden, was die Schnittstelle zwischen Rettungsdienst und Notfallstation vereinheitlicht und dadurch vereinfacht.



Trauma

Occurred within the last 48 hours
 Patient aged 18 years or older
 Relevant spinal trauma with risk of development of secondary traumatic spinal cord injury

Critical ABC problem

A: airway blocked or at risk
 B: suspicion of pneumothorax, haemothorax, flail chest or hypoxia
 C: threatened or manifest circulatory instability

Osseous tenderness on spinal palpation

Direct or indirect tenderness on palpation of proc. spinozi

Instead of asking the patient about tenderness on palpation, interpretation of the patients' reaction on palpation is recommended (e.g. facial expression)

Neurological deficit

Affected ability of handshake and/or dorsal flexion and extension of feet

Affected sensibility of arms, legs and/or truncus (quick examination)

Time-critical spinal stabilisation

Generally, only measures of spinal stabilisation, that do not delay any other necessary ABCDE-measures or transport to hospital

Type of spinal stabilisation is dependent on the situation (vacuum mattress, spineboard, scoopboard or equivalent, stretcher, possibly in combination with MILS)

Spinal stabilisation

Prehospital: positioning and transport on a vacuum mattress without use of a rigid cervical collar

In-hospital: dependent of neurologic findings: In case of neurologic deficit: positioning on a soft backboard. In case of no neurologic deficit: self-positioning on a stretcher for instance. Try to achieve maximum patient comfort

Abbildung 11 - Dänische Immobilisation Guideline

7.5.5. Norwegische Guidelines 2017

In den norwegischen Guidelines (Kornhall et al., 2017) wird vom Anlegen eines starren Halskragens abgeraten, sofern ein Patient eines der folgenden Zeichen zeigt:

- Hirnverletzung
- Beeinträchtigter Atemweg
- Agitation
- Morbus Bechterew

Sie schreiben auch, dass ein Halskragen zur Bergung aus einem Fahrzeug oder dem Transport vom Unfallort bis auf die Vakuummatratze verwendet werden kann, danach jedoch entfernt werden sollte, da die negativen Einwirkungen (zusätzliche Schmerzen, Erhöhung des ICP, da unbequem zusätzliche Bewegung am ganzen Körper, erhöhte Agitiertheit, usw.) auf die Patienten zu gross sind.

Der ausgearbeitete Algorithmus präsentiert sich sehr schlank und ist somit auch in stressigen Situationen sehr übersichtlich und einfach damit zu arbeiten.

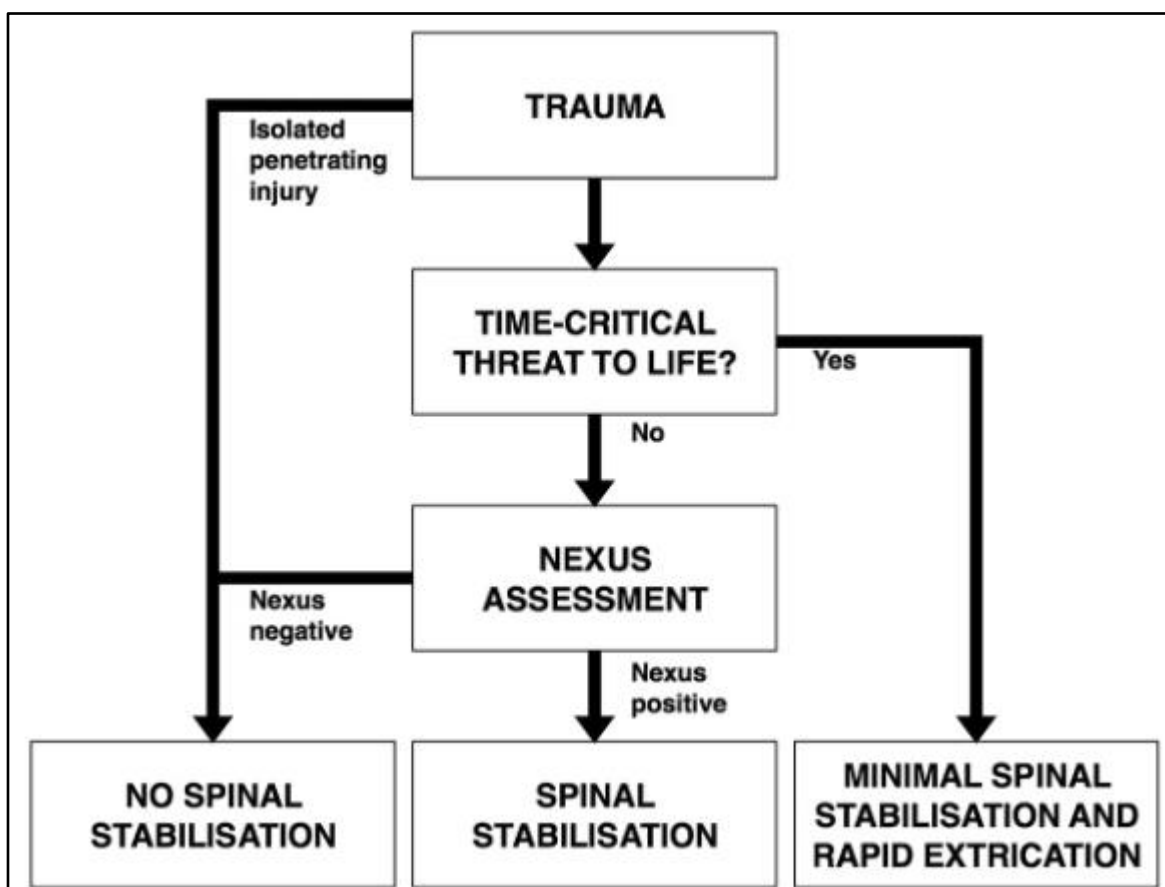


Abbildung 12 - Norwegische Guidelines

7.5.6. Südengland – South East Coast Ambulance Service (SECAmb)

Die britischen Kollegen der SECAmb haben im Juli 2020 als erster Rettungsdienst in England die Algorithmen für Patienten mit Rückenverletzungen angepasst. Nebst der manuellen Inline-Stabilisierung der HWS benutzen sie Head-Blocks, welche auf mittels Klebeband / Tape an Kopf und Schaufeltrage befestigt werden. Der Patient wird dann mitsamt Schaufeltrage in einer Vakuummatratze gesichert. Sie raten auch dazu, ein Leintuch zwischen Patienten und Schaufeltrage zu legen, um eine Hypothermie zu vermeiden.

Die Schaufeltrage soll nur bei kürzeren Transportwegen unter dem Patienten belassen werden, damit dann ein zügiges und schonendes Umlagern in der Notaufnahme möglich ist. Durch das Öffnen der Schaufeltrage entfällt ein mühsames Anheben des Patienten zur Entfernung der Vakuummatratze. Die festgeklebten Headblocks können auf dem Notfall weiterverwendet werden, indem diese auf der Notfallliege wiederum festgeklebt werden. Somit ist gewährleistet, dass der Patient weiterhin am Drehen des Kopfes und somit einer Rotationsbewegung in der HWS gehindert wird. Dieses Vorgehen wird bei «Standard Patienten» angewendet.

«Nicht Standard Patienten» (z.B.: Patienten, welche unter Emesis leiden, Erhängte, unkooperative Patienten oder Schwangere) werden so gelagert, dass es ihnen bequem ist. Falls möglich auf einer Vakuummatratze. Ausserdem werden sie angewiesen den Kopf absolut still zu halten und zieht ihnen ein Band an, auf welchen steht, dass die HWS noch nicht freigegeben wurde. Dies damit eine schnelle Untersuchung der Halswirbelsäule auf dem Notfall erfolgen kann und dass die Patienten mit äusserster Vorsicht behandelt werden.



Abbildung 13 - Band C Spine not cleared

Da die aktuellen Guidelines in naher Zukunft in einem Journal veröffentlicht werden sollen, damit diese dann auf nationaler Ebene in England umgesetzt werden können, kann der Algorithmus hier leider nicht abgebildet werden.

Als springenden Punkt werden unter anderem folgende Aussagen getätigt

- Starre Halskragen sollten nicht mehr routinemässig genutzt werden
- Die meisten Ansprechbaren Patienten werden ihre Wirbelsäule instinktiv selbst immobilisieren, indem sie Bewegungen vermeiden und sich die Muskeln rund um die Verletzung anspannen.
- Die Selbstbefreiung durch den Patienten ist anderen Bergungsmethoden vor zu ziehen, sofern der Patient sich dazu in der Lage fühlt und dadurch keine zusätzlichen Schmerzen ausgelöst werden. Trotzdem kann eine Immobilisation angezeigt sein.
- Wenn eine HWS-Verletzung vermutet wird, sollte die gesamte Wirbelsäule immobilisiert werden.

Quelle: <https://www.secamb.nhs.uk/secamb-introduces-new-spinal-care-guidelines/> und persönliche Kommunikation mit Alan Cowley (Critical Care Paramedic – SECAmb)

7.5.7. SMEDRIX

Viele Rettungsdienste in der Schweiz benutzen die SMEDRIX- Algorithmen entweder eins zu eins oder als Vorlage für die betriebseigenen Abläufe. Diese werden vom Interverband für Rettungswesen (IVR) herausgegeben. Sie existieren als Print und als App.

Der SMEDRIX-Algorithmus sagt nicht aus, ob ein Halskragen verwendet werden soll. Im Literaturnachweis zum Algorithmus wird auf das aktuelle PHTLS Buch (9. Edition) verwiesen.

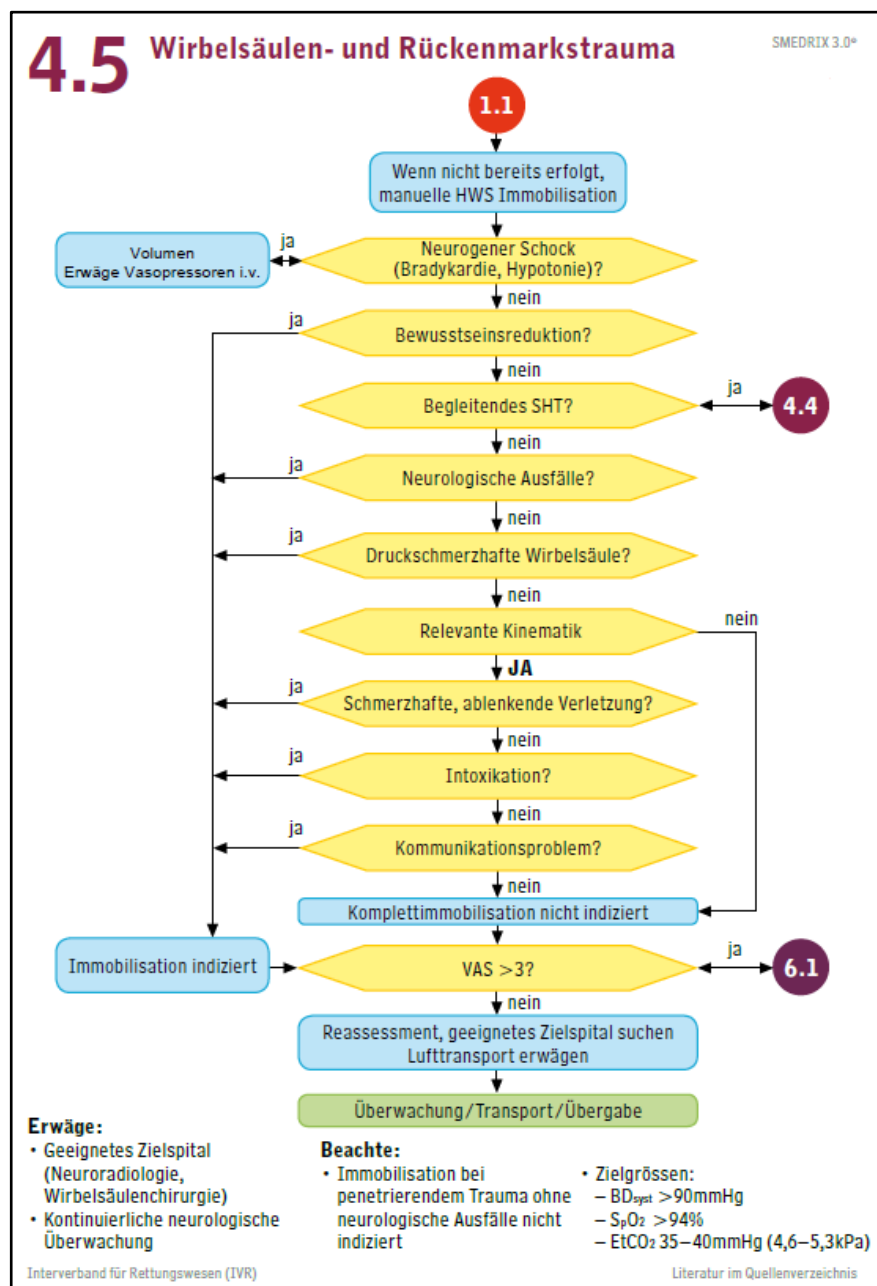


Abbildung 14 - SMEDRIX Algorithmus 4.5

7.5.8. Rettungsdienst Winterthur

Über einen Arbeitskollegen, welcher an einer Rettungsdienstschule unterrichtet, habe ich erfahren, dass der Rettungsdienst Winterthur als einer der ersten Rettungsdienste in der Schweiz vor ein bis zwei Jahren die Anwendung von starren Halskragen deutlich reduziert hat. Ich konnte mich mit PD Dr. med. Philipp Stein unterhalten, welcher mir von seinen Erfahrungen berichtet hat. Der Rettungsdienst Winterthur benutzt den Halskragen nur noch als Hilfsmittel während der Bergung. Zum Beispiel wenn ein Patient im Auto eingeklemmt ist und befreit werden muss, oder wenn ein längerer Weg vom Unfallort mittels Schaufeltrage bis zur Trage zurückgelegt werden muss. Sobald der Patient auf der Vakuummatratze oder dem Spineboard mit Headblocks liegt, wird der Halskragen entfernt.

Bisher konnten die Kollegen aus Winterthur gute Erfahrungen mit der restriktiven Verwendung der starren Halskragen sammeln.

Der aktuelle Immobilisationsalgorithmus wurde entsprechend verschlankt und angepasst und sieht folgendermassen aus:

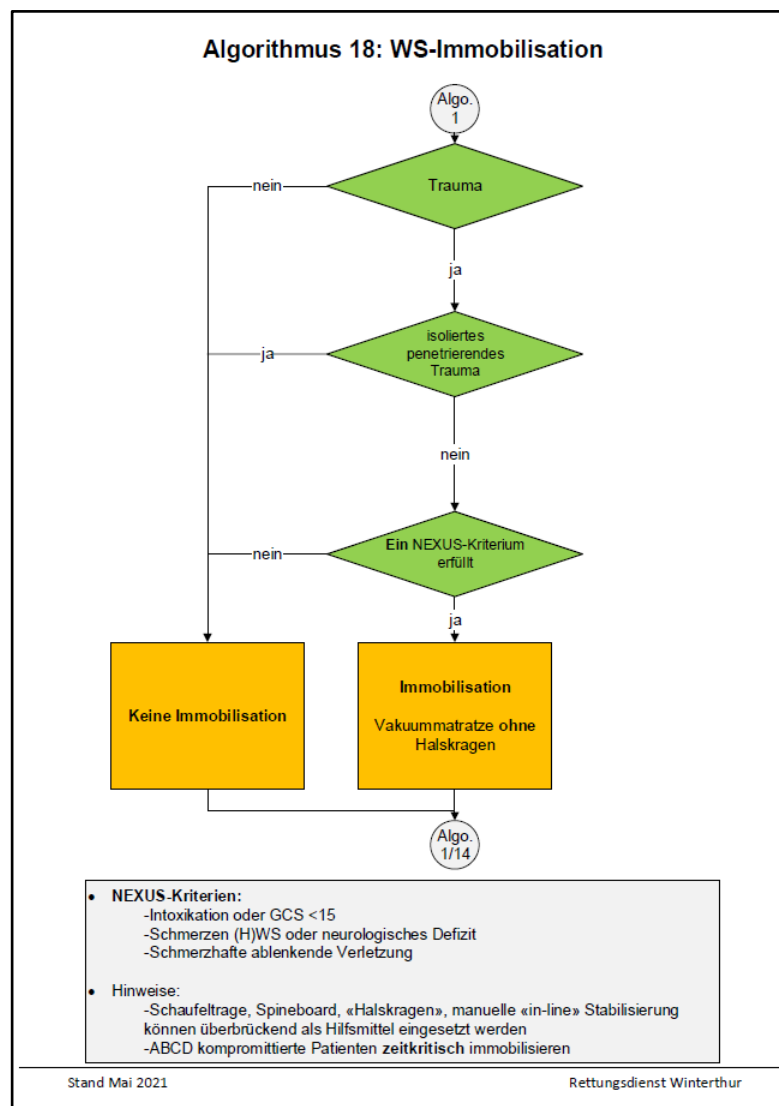


Abbildung 15 - Immobilisationsalgorithmus RD Winterthur

PD. Dr. med. Philipp Stein hat mir die Erlaubnis gegeben, diesen Algorithmus hier für meine Arbeit abzubilden.

7.5.9. Rettung Basel-Stadt

Auch die Rettung Basel-Stadt hat ihren Immobilisationsalgorithmus im März 2021 angepasst. Ähnlich wie die bisher gezeigten Algorithmen verwenden die Basler Kollegen den Halskragen nur noch sehr restriktiv zum Beispiel bei einer erschwerten Bergung oder insuffizienter Fixation. Der Algorithmus sieht folgendermassen aus:

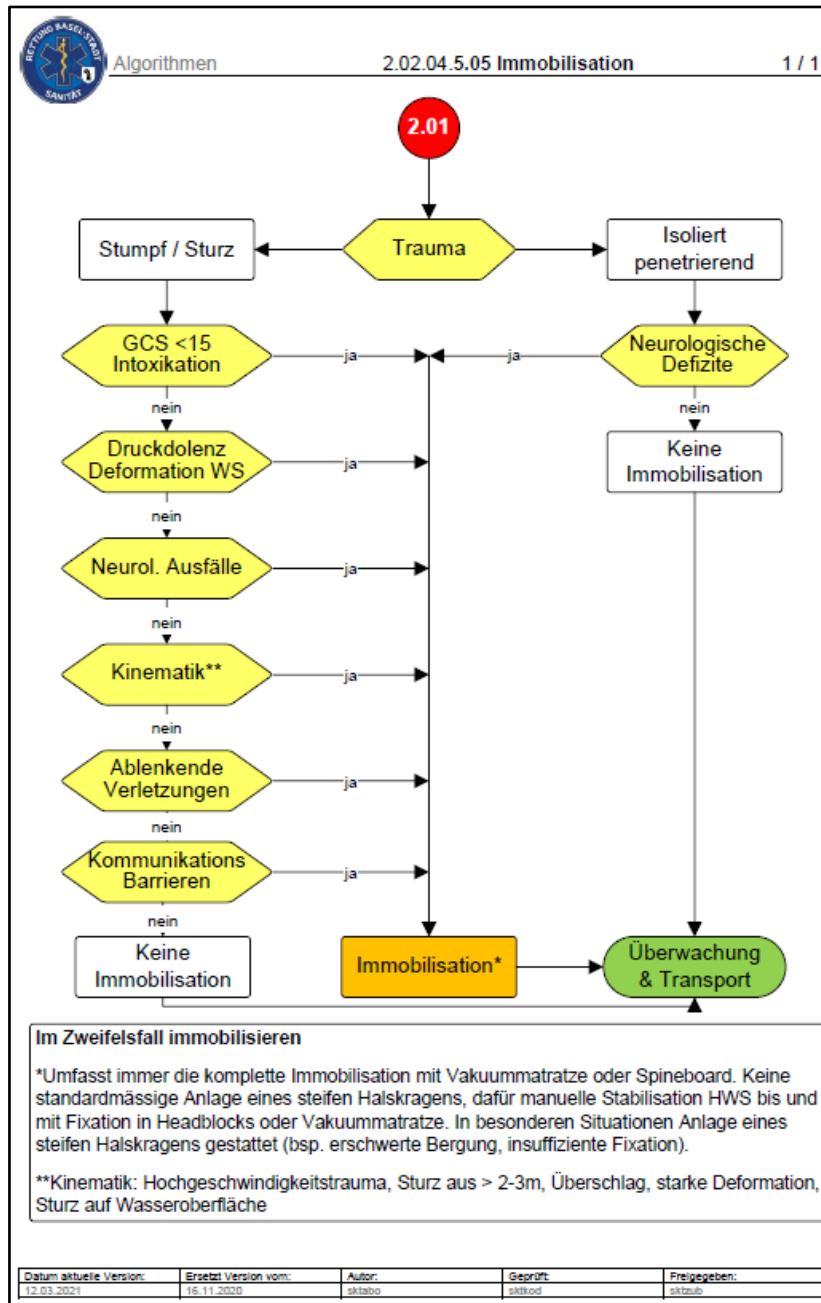


Abbildung 16 - Immobilisationsalgorithmus Rettung Basel Stadt

Dank freundlicher Genehmigung von Daniel Kobler darf der Algorithmus hier abgebildet werden.

7.7. Tests für die Wirbelsäule

Während der Recherchen bin ich hauptsächlich auf zwei Guidelines gestossen, mit welchen sich vor allem innerklinisch eine Verletzung der (Hals-)Wirbelsäule ein- bzw. ausschliessen lassen. Da diese in den obigen Algorithmen verwendet werden, werden sie an dieser Stelle erläutert. Der Unterschied zwischen Canadian C-Spine Rule und den Nexus-Kriterien liegt darin, dass erstere sich vor allem auf die Halswirbelsäule fixiert und da aufgrund vom Unfallgeschehen eine Verletzung ausschliessen möchte. Die Nexus-Kriterien nehmen an, dass eine Verletzung der Wirbelsäule erfolgt ist und versuchen diese über Zeichen und Symptome aus zu schliessen.

7.7.1. NEXUS (National Emergency X-Radiography Utilization Study) Kriterien

Die Nexus Kriterien wurden geschaffen, um unnötige radiologische Untersuchungen von Patienten zu vermeiden. Die Veröffentlichung der Studie fand im Jahre 2000 statt. An dieser nahmen 21 Traumazentren aus den USA, mit 34'069 Patienten teil. Kommt man zum Ergebnis «**No Spine Injury**» muss die Wirbelsäule nicht radiologisch untersucht werden. Es wurden 818 relevante HWS Verletzungen gefunden von denen 8 mit Hilfe des Algorithmus nicht erkannt wurden. Dies ergibt eine ausgezeichnete Sensitivität von 99.6%

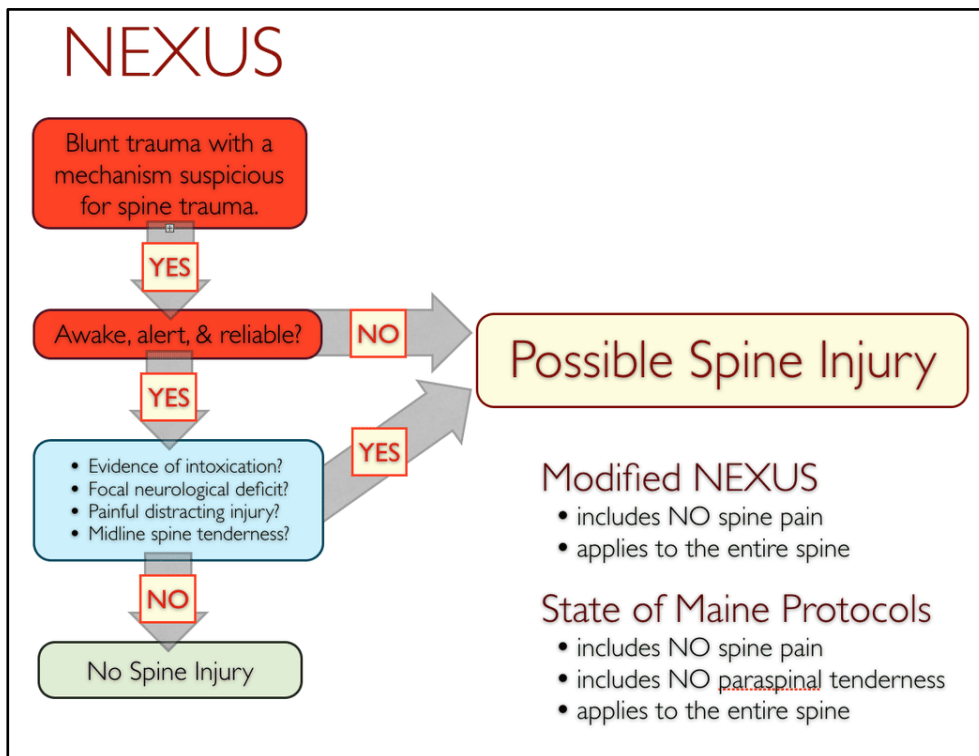


Abbildung 17 - NEXUS Kriterien

Sowohl die norwegischen als auch die Winterthurer Kollegen setzen präklinisch auf die NEXUS-Kriterien zum Entscheiden, ob eine Immobilisation notwendig ist oder nicht.

7.7.2. Canadian C-Spine Rule

Ebenso wie die NEXUS Kriterien wurde die Canadian C-Spine Rule dazu benutzt, um innerklinisch unnötige radiologische Untersuchungen zu vermeiden. Im Laufe der Jahre wurde untersucht, inwiefern dies auch von Rettungssanitätern angewendet werden kann. Es wurde herausgefunden, dass sowohl die Basis wie auch die Advanced Paramedics die Canadian C-Spine Rule verlässlich anwenden können und somit die unnötige Immobilisation von Unfallpatienten um bis zu 40% reduziert werden konnte (Vaillancourt et al., 2009).

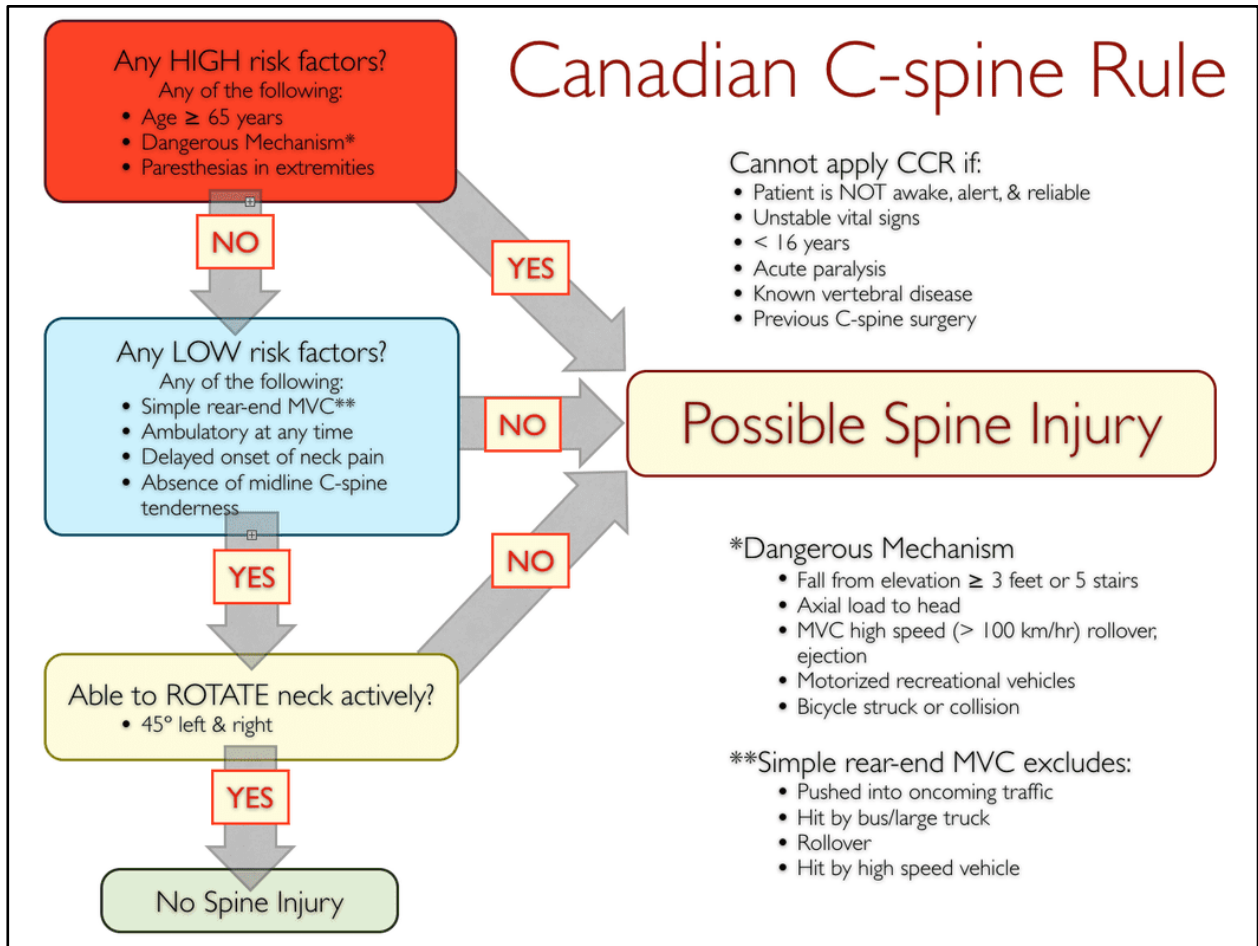


Abbildung 18 - Canadian C-Spine Rule

8. Diskussion und Schlussfolgerungen

8.1. Halskragen

Bei den meisten starren Halskragen, welche in der Schweiz verwendet werden, überwiegen meiner Meinung nach die Nachteile. Deshalb bin ich der Überzeugung, dass unsere Patienten einen Halskragen nur temporär zur Bergung erhalten sollten und nicht standardmässig bis zur radiologischen Freigabe auf dem Notfall.

Folgende Gründe untermauern meine Meinung:

- Sitzt selten zu 100% richtig – daher falsche Sicherheit
- Zusätzliches Druck- und Engegefühl für Patienten
- Schlechte Akzeptanz durch Patienten
- Fördert, da unbequem, zusätzliche selbstständige Bewegungen der Patienten, um Komfort zu erhöhen, dadurch können Sekundärschäden passieren
- Möglicher Druckanstieg des ICPs
- Verkleinerung der Mundöffnung, welche eine Intubation verunmöglicht, in der Folge muss der Halskragen so oder so wieder geöffnet werden
- Immobilisation mittels Vakuummatratze für Patienten angenehmer, verursacht weniger Druckstellen bei besserer Immobilisierung

Die Folgeverletzungen von Wirbelsäulenverletzten Patienten können minimiert werden durch eine adäquate Immobilisation der Patienten. Sei dies durch Selbstimmobilisation mit anschliessendem selbstständigen Hinlegen auf die Vakuummatratze oder durch Immobilisation während der Bergung durch Rettungskräfte.

8.2. Zum Benefit des Halskragens

Die Evidenz zum Nutzen des Halskragens ist sehr dünn. Zwei der gefundenen Reviews fanden keine hochwertigen Studien zum Thema. Das dritte schloss vor allem ältere und kleinere Studien ein. In ihrer Empfehlung zum Gebrauch stützt Ahn et al. sich auf zwei Studien. Eine davon wurde 1992 an 20 Gesunden durchgeführt, die andere 1987 an einem pädiatrischen Modell. In der Gesamtschau der Ergebnisse wird dieses Review als unsolid und veraltet gewertet und die betreffenden Studien entsprechen nicht unseren Einschlusskriterien, sodass es im Rahmen dieser Diplomarbeit nicht in die Resultate einfließen sollte.

Zwei biomechanische Studien konnten keinen zusätzlichen, positiven Beitrag des Halskragens zur Immobilisation (zu Vakuummatratze bzw. Spineboard und Headblocks) finden. Die Autoren raten deshalb von seinem Gebrauch, aufgrund seiner möglichen Gefahren, ab. Die Dritte, biomechanische Studie konnte zwar auch kein Vorteil in Punkto HWS-Stabilisation nachweisen, postulieren jedoch positive, psychologische Effekte (Mahnung des wachen Patienten an eine adäquate Haltung und Sensibilisierung des Pflegepersonals auf das Vorliegen einer möglichen HWS-Verletzung).

Zusammenfassend konnten auch im Rahmen der Literaturrecherche zu dieser Diplomarbeit keine solide, grossangelegte Studie gefunden werden, die den positiven Effekt des starren Halskragens bezüglich Mortalität, Wirbelsäulenstabilität oder neurologischem Outcome untermauern würde. Die Verwendung eines starren Halskragens basiert also weiterhin überwiegend auf anatomischen und mechanischen Überlegungen. Nach meiner Einschätzung könnten mögliche, psychologische Stärken des Halskragens, wie Mahnung des wachen Patienten an eine adäquate Haltung und Sensibilisierung des Pflegepersonals auf das Vorliegen einer möglichen HWS-Verletzung auch mit Alternativen ohne Schädigungspotenzial

erreicht werden (z.B. durch ein nicht einschnürendes Band um den Hals, vgl. Algorithmus der South East Coast Ambulance Service)

8.3. Schäden durch den Halskragen

Ich konnte zahlreiche Studien finden, welche einen negativen Effekt bei der Verwendung eines starren Halskragens aufzeigen. Fünf Papers wiesen eine signifikante Hirndrucksteigerung durch den Halskragen nach. Dies kann bekanntermassen zu weiteren Komplikationen bei Patienten mit begleitendem Schädelhirn-Trauma führen wie zusätzliche Agitiertheit, Nausea und Emesis, Krampfanfälle, Bewusstlosigkeit etc.

Drei Arbeiten befanden, dass ein liegender Halskragen die Mundöffnung auf bis zu 20mm einzuschränken vermag und es dadurch zu einer Erhöhung des Aspirationsrisikos kommen kann und weitere 3, dass die Sicherung eines Atemweges durch Intubation bzw. das Platzieren einer supraglottischen Atemwegshilfe erschwert wird. Bei einer möglichen Intubation wird daher bei allen genannten Studien eine Entfernung des Halskragens sowie die Durchführung einer manuellen Inlinestabilisation empfohlen.

Auch bei korrekter Lage konnten je 2 Studien eine ungenügende, stabilisierende Wirkung des Halskragens, bzw. eine direkte Halswirbelkörper-Dislokation durch ihn selbst nachweisen. Wird er fehlerhaft angebracht, können weitere durch seine erhöhte Bewegungsfreiheit Sekundärschäden entstehen. Leider hat eine andere Studie mit 104 erfahrenen Professionals aufzeigen können, dass Halskragen nur in 11% der Fälle fehlerfrei angezogen werden.

Ausserdem können Druckstellen durch den Halskragen auftreten, insbesondere bei > 65-Jährigen. Und sogar ein psychologischer Nachteil konnte in einer Studie aufgezeigt werden: Patienten mit liegendem Halskragen bekommen signifikant öfter ein unnötiges Computertomogramm.

Natürlich sind einige der zitierten Studien grösser als andere. Und es befinden sich auch wieder einige biomechanische darunter. Sie zeigen jedoch alle in etwa die gleiche Tendenz, nämlich dass ein Halskragen ein Schädigungspotenzial beherbergen kann. Nachdem ein positiver Effekt des Halskragens nicht nachgewiesen werden konnte, überwiegen für mich klar seine Nachteile, sodass sein Einsatz kritisch zu überdenken ist.

8.4. Algorithmen

Die zusammengetragenen Algorithmen zeigen alle, dass der Stellenwert des starren Halskragens auch international gesunken ist. Die Bewegungen gehen vom kompletten Verzicht eines Halskragens bis hin zum temporären Anlegen und wieder entfernen, sobald sich der Patient auf der Vakuummatratze oder dem Spineboard befindet.

Nach wie vor wird dem Schutz der Wirbelsäule eine hohe Priorität gegeben und sollte auf keinen Fall vernachlässigt werden. Die abgebildeten Algorithmen verwenden durchweg ähnliche Kriterien zur Immobilisation und besagen, dass man sich im Zweifel für eine Immobilisation entscheiden sollte.

8.5. Persönliches Fazit

Mit Hilfe der NEXUS-Kriterien bzw. der Canadian C-Spine Rule haben wir als Fachpersonen validierte Guidelines an der Hand, um herauszufinden, ob eine Immobilisation nötig ist. Gerade die Canadian C-Spine Rule konzentriert sich auf die Halswirbelsäule und versucht hier eine Verletzung der HWS aus zu schliessen.

Eine komplette Immobilisation können wir sowohl mit dem Spineboard als auch mit der Vakuummatratze erreichen. Beide Methoden brauchen etwas Zeit. Damit die Zeit bis zur kompletten Immobilisation verkleinert werden kann, sollte man dies regelmässig trainieren. Wenn die Wahl auf die Vakuummatratze fällt kann bei Beteiligung von Schädel-Hirn-Verletzungen sogar die gewünschte leichte Oberkörper-Hochlagerung (max. 30°) durchgeführt werden, ohne dass man die Immobilisation kompromittiert.

Die dänischen Guidelines kommen seit 2019 zur Anwendung, die Norwegischen seit 2017 und die Englischen seit 2020. Ich konnte noch keine Studie finden, die besagt, ob deren Anwendung einen positiven (oder negativen) Einfluss auf das Patienten Outcome hat. Dies bietet sicherlich Grundlage für weitere Forschung. Grundsätzlich konnte ich in Gesprächen mit verantwortlichen Personen jedoch feststellen, dass die gemachten Erfahrungen bisher durchweg positiv waren und kein Fall bekannt ist, bei welchem ein Patient ein schlechteres Outcome aufgrund des Weglassens eines starren Halskragens erlitt.

Aufgrund der Arbeit an dieser Diplomarbeit bin ich inzwischen der Meinung, dass der Stellenwert eines starren Halskragens weiter abnehmen sollte. Die von mir gefundene negativen Aspekte sowie das Fehlen von Studien die die Halskragen als gut befinden unterstützen mich in diesem Standpunkt.

Ich betrachte den Halskragen jedoch weiterhin als temporäres Hilfsmittel zum Beispiel bei Bergungen, bei welchen eine manuelle inline Stabilisation der HWS nicht gewährleistet werden kann. Nach der Platzierung des Patienten auf der Vakuummatratze sollte der Halskragen, für den Benefit des Patienten, vorsichtig wieder entfernt werden.

Bei der Einlieferung von Traumapatienten ohne starren Halskragen, werden wir uns diversen Fragen aussetzen. Dies wird solange der Fall sein, bis sich die diversen Kursformate (unter anderem ATLS) angepasst haben oder es einheitliche Guidelines mit angepasste Schnittstellen wie bei den dänischen gibt. Bis dahin bedeutet dies für uns eine erhöhter Aufklärungsaufwand bei der Übergabe. Die vorliegende Diplomarbeit könnte kurzfristig als Argumentationsgrundlage verwendet werden, damit die Akzeptanz schneller steigen kann. In Gesprächen mit verschiedenen Ärzten im Kantonsspital Aarau konnte ich bereits eine offene Neugierde für meine Arbeit feststellen.

Nach der Abgabe dieser Arbeit werde ich versuchen, ein Überdenken des Immobilisation Algorithmusses im eigenen Betrieb anzustossen und hoffe, dass dieser der aktuellen Datenlage angepasst wird. Zusätzlich werde ich weitere Vorschläge ausarbeiten.

8.6. Algorithmus-Vorschlag

Eine mögliche Form des angepassten Algorithmus könnte folgendermassen aussehen:

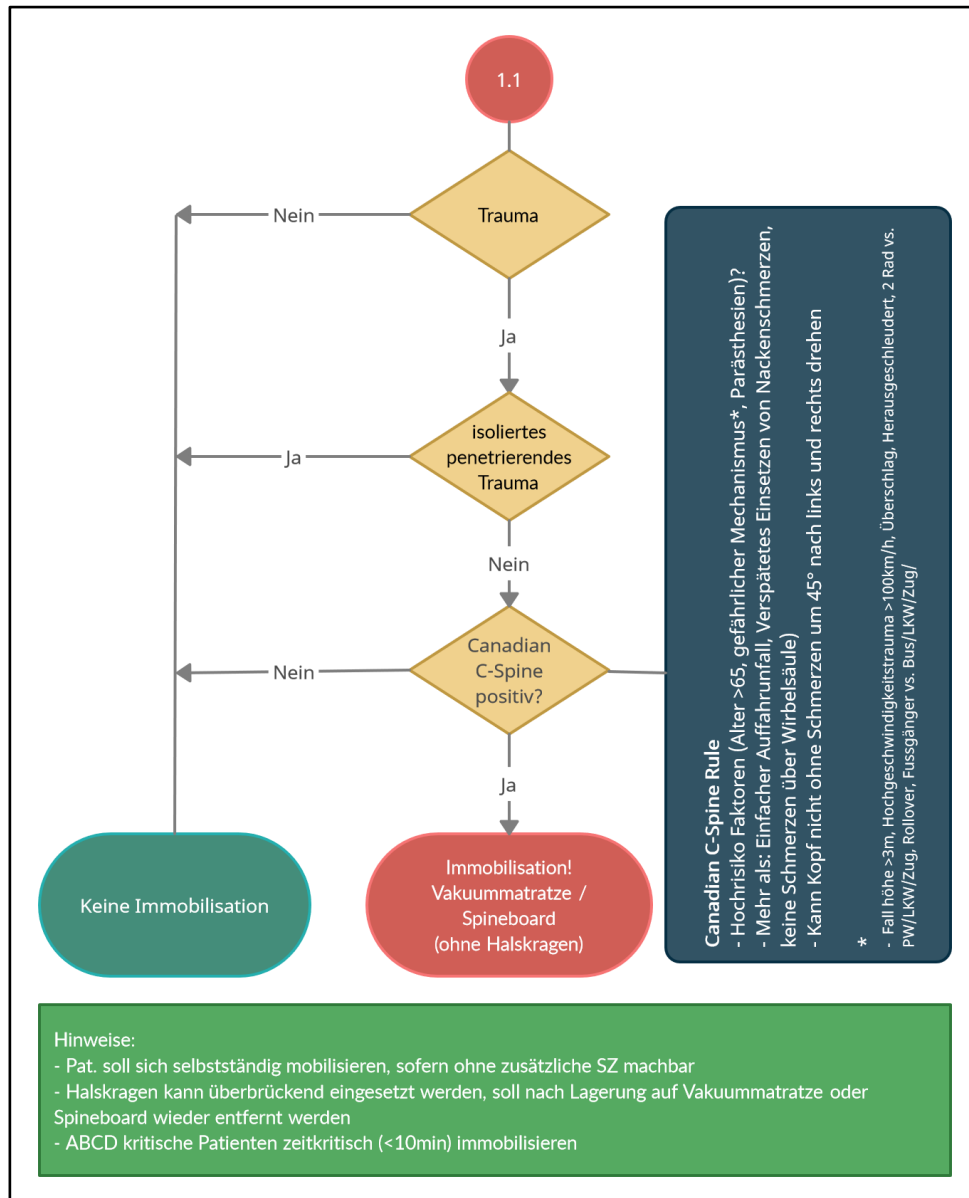


Abbildung 19 – Vorschlag eigener Algorithmus

Bei der Ausarbeitung dieses Vorschlags war mir wichtig, die Ergebnisse, die ich im Rahmen meiner Diplomarbeit gewonnenen habe zu implementieren: Der Einsatz des Halskragens muss darin kritisch und evidenzbasiert hinterfragt werden. Dies wird erreicht durch die Anwendung der Canadian C-Spine Rule. Sie wurde gewählt, da sie sich stärker auf HWS-Problematik fokussiert als die NEXUS-Kriterien. Zwar gefällt mir eine checklistenartige Führung durch den Patientenfall, wie etwa beim Immo Protocoll, sehr gut, jedoch bin ich davon überzeugt, dass diese Form übersichtlicher ist und daher in stressigen Situationen einfacher angewendet werden kann.

9. Quellenverzeichnis

Wurde mit Hilfe von Endnote Web erstellt:

- (SSUV), S. f. d. S. d. U. U. (2021). Unfallstatistik UVG 2021. In (pp. 67): Koordinationsgruppe für die Statistik der Unfallversicherung UVG (KSUV).
- Ackland, H. M., Cooper, D. J., Malham, G. M., & Kossman, T. (2007). Factors predicting cervical collar-related decubitus ulceration in major trauma patients. *Spine (Phila Pa 1976)*, 32(4), 423-428. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000255096.52871.4e>
- Ahn, H., Singh, J., Nathens, A., MacDonald, R. D., Travers, A., Tallon, J., . . . Yee, A. (2011). Pre-hospital care management of a potential spinal cord injured patient: a systematic review of the literature and evidence-based guidelines. *J Neurotrauma*, 28(8), 1341-1361. <https://doi.org/10.1089/neu.2009.1168>
- Bell, K. M., Frazier, E. C., Shively, C. M., Hartman, R. A., Ulibarri, J. C., Lee, J. Y., . . . Donaldson, W. F., 3rd. (2009). Assessing range of motion to evaluate the adverse effects of ill-fitting cervical orthoses. *Spine J*, 9(3), 225-231. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2008.03.010>
- Ben-Galim, P., Dreiangel, N., Mattox, K. L., Reitman, C. A., Kalantar, S. B., & Hipp, J. A. (2010). Extrication collars can result in abnormal separation between vertebrae in the presence of a dissociative injury. *J Trauma*, 69(2), 447-450. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3181be785a>
- Chandler, D. R., Nemejc, C., Adkins, R. H., & Waters, R. L. (1992). Emergency cervical-spine immobilization. *Ann Emerg Med*, 21(10), 1185-1188. [https://doi.org/10.1016/s0196-0644\(05\)81743-3](https://doi.org/10.1016/s0196-0644(05)81743-3)
- Cornwell, E. E., 3rd, Chang, D. C., Bonar, J. P., Campbell, K. A., Phillips, J., Lipsett, P., . . . Bass, R. (2001). Thoracolumbar immobilization for trauma patients with torso gunshot wounds: is it necessary? *Arch Surg*, 136(3), 324-327. <https://doi.org/10.1001/archsurg.136.3.324>
- Dr. Matti, S., & PD Dr. Georg, O. (07.2018). Verletzungen der oberen Halswirbelsäule. In *S1 Leitlinie* (Vol. S1, pp. 29). awmf.org: Leitlinienkommission der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU)
- in Zusammenarbeit mit der Österreichischen Gesellschaft für Unfallchirurgie (ÖGU)
konsentiert mit Sektion Wirbelsäule der DGOU
Leitlinienkommission der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC).
- Drain, J., Wilson, E. S., Moore, T. A., & Vallier, H. A. (2020). Does prehospital spinal immobilization influence in hospital decision to obtain imaging after trauma? *Injury*, 51(4), 935-941. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2020.02.097>
- Gerling, M. C., Davis, D. P., Hamilton, R. S., Morris, G. F., Vilke, G. M., Garfin, S. R., & Hayden, S. R. (2000). Effects of cervical spine immobilization technique and laryngoscope blade selection on an unstable cervical spine in a cadaver model of intubation. *Ann Emerg Med*, 36(4), 293-300. <https://doi.org/10.1067/mem.2000.109442>
- Goutcher, C., & Lochhead, V. (2005). Reduction in mouth opening with semi-rigid cervical collars. *British journal of anaesthesia*, 95(3), 344-348.
- Hadley, M. N., Walters, B. C., Grabb, P. A., Oyesiku, N. M., Przybylski, G. J., Resnick, D. K., & Ryken, T. C. (2002). Cervical spine immobilization before admission to the hospital. *Neurosurgery*, 50(3 Suppl), S7-17. <https://doi.org/10.1097/00006123-200203001-00005>
- Ham, W. H., Schoonhoven, L., Schuurmans, M. J., & Leenen, L. P. (2016). Pressure ulcers, indentation marks and pain from cervical spine immobilization with extrication collars and headblocks: An observational study. *Injury*, 47(9), 1924-1931. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2016.03.032>
- Hauswald, M., Ong, G., Tandberg, D., & Omar, Z. (1998). Out-of-hospital spinal immobilization: its effect on neurologic injury. *Acad Emerg Med*, 5(3), 214-219. <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.1998.tb02615.x>
- Holla, M. (2012). Value of a rigid collar in addition to head blocks: a proof of principle study. *Emerg Med J*, 29(2), 104-107. <https://doi.org/10.1136/emj.2010.092973>

- Horodyski, M., DiPaola, C. P., Conrad, B. P., & Rehtine, G. R., 2nd. (2011). Cervical collars are insufficient for immobilizing an unstable cervical spine injury. *J Emerg Med*, 41(5), 513-519. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2011.02.001>
- Huerta, C., Griffith, R., & Joyce, S. M. (1987). Cervical spine stabilization in pediatric patients: evaluation of current techniques. *Ann Emerg Med*, 16(10), 1121-1126. [https://doi.org/10.1016/s0196-0644\(87\)80468-7](https://doi.org/10.1016/s0196-0644(87)80468-7)
- Hunt, K., Hallworth, S., & Smith, M. (2001). The effects of rigid collar placement on intracranial and cerebral perfusion pressures. *Anaesthesia*, 56(6), 511-513.
- Komatsu, R., Nagata, O., Kamata, K., Yamagata, K., Sessler, D. I., & Ozaki, M. (2004). Intubating laryngeal mask airway allows tracheal intubation when the cervical spine is immobilized by a rigid collar. *Br J Anaesth*, 93(5), 655-659. <https://doi.org/10.1093/bja/aei248>
- Kornhall, D. K., Jørgensen, J. J., Brommeland, T., Hyldmo, P. K., Asbjørnsen, H., Dolven, T., . . . Jeppesen, E. (2017). The Norwegian guidelines for the prehospital management of adult trauma patients with potential spinal injury. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 25(1). <https://doi.org/10.1186/s13049-016-0345-x>
- Kreineist, M., Gliwitzky, B., Schöler, S., Grütznert, P. A., & Münzberg, M. (2016). Development of a new Emergency Medicine Spinal Immobilization Protocol for trauma patients and a test of applicability by German emergency care providers. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 24(1), 71. <https://doi.org/10.1186/s13049-016-0267-7>
- Kreineist, M., Gliwitzky, B., Grütznert, P.A., Münzberg, M.,. (2016). Untersuchung der Anwendbarkeit eines neuen Protokolls zur Immobilisation der Wirbelsäule. *Notfall + Rettungsmedizin*, 6 - 2016, 473-482.
- Kreineist, M., Goller, S., Rauch, G., Frank, C., Gliwitzky, B., Wöfl, C. G., . . . Münzberg, M. (2015). Application of Cervical Collars - An Analysis of Practical Skills of Professional Emergency Medical Care Providers. *PLoS One*, 10(11), e0143409. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143409>
- Kwan, I., Bunn, F., & Roberts, I. G. (2001). Spinal immobilisation for trauma patients. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(2). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002803>
- Lador, R., Ben-Galim, P., & Hipp, J. A. (2011). Motion within the unstable cervical spine during patient maneuvering: the neck pivot-shift phenomenon. *J Trauma*, 70(1), 247-250; discussion 250-241. <https://doi.org/10.1097/TA.0b013e3181fd0ebf>
- Maissan, I. M., Ketelaars, R., Vlottes, B., Hoeks, S. E., den Hartog, D., & Stolker, R. J. (2018). Increase in intracranial pressure by application of a rigid cervical collar: a pilot study in healthy volunteers. *Eur J Emerg Med*, 25(6), e24-e28. <https://doi.org/10.1097/mej.0000000000000490>
- Maschmann, C., Jeppesen, E., Rubin, M. A., & Barfod, C. (2019). New clinical guidelines on the spinal stabilisation of adult trauma patients – consensus and evidence based. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 27(1). <https://doi.org/10.1186/s13049-019-0655-x>
- Mobbs, R. J., Stoodley, M. A., & Fuller, J. (2002). Effect of cervical hard collar on intracranial pressure after head injury. *ANZ journal of surgery*, 72(6), 389-391.
- NAEMT., & Technicians, N. A. o. E. M. (2020). *PHTLS - Prehospital Trauma Life Support* (9th Edition ed.). Jones & Bartlett LEARNING.
- Nakanishi, T., Mitra, B., Ackland, H., O'Reilly, G., & Cameron, P. (2019). Time in Collars and Collar-Related Complications in Older Patients. *World Neurosurg*, 129, e478-e484. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.05.187>
- Sanri, E., & Karacabey, S. (2019). The Impact of Head of Bed Elevation on Optic Nerve Sheath Diameter in Cervical Collar Applied Healthy Volunteers. *Journal of Emergency Medicine*, 56(4), 371-377. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2018.12.043>
- Stone, M. B., Tubridy, C. M., & Curran, R. (2010). The effect of rigid cervical collars on internal jugular vein dimensions. *Academic Emergency Medicine*, 17(1), 100-102.
- Thézar, F., McDonald, N., Kriellaars, D., Giesbrecht, G., Weldon, E., & Pryce, R. T. (2019). Effects of spinal immobilization and spinal motion restriction on head-neck kinematics during ambulance transport. *Prehospital Emergency Care*.

- Tienpratarn, W., Yuksen, C., Aramvanitch, K., Suttapanit, K., Mankong, Y., Yaemluksanalert, N., & Meesawad, S. (2020). Success Rate of Endotracheal Intubation Using Inline Stabilization with and without Cervical Hard Collar; a Comparative Study [Academic Journal]. *Archives of academic emergency medicine*, 8(1), 1-5.
- Uzun, D. D., Jung, M. K., Weerts, J., Münzberg, M., Grützner, P. A., Häske, D., & Kreinest, M. (2020). Remaining Cervical Spine Movement Under Different Immobilization Techniques. *Prehosp Disaster Med*, 35(4), 382-387. <https://doi.org/10.1017/s1049023x2000059x>
- Vaillancourt, C., Stiell, I. G., Beaudoin, T., Maloney, J., Anton, A. R., Bradford, P., . . . Lees, M. (2009). The out-of-hospital validation of the Canadian C-Spine Rule by paramedics. *Annals of emergency medicine*, 54(5), 663-671. e661.
-

10. Bilderverzeichnis

Abbildung 1 – Titelbild - https://www.medi-learn.de/cartoons/wp-content/uploads/2020/10/HWS-Immo_klein.jpg	1
Abbildung 2 - Übersicht Wirbelsäule und Verlauf Gefäße und Nerven - Thieme Bilddatenbank.....	10
Abbildung 3 - Laerdal Stifeck Select - https://laerdal.com/	12
Abbildung 4 - Ambu Perfit ACE - https://www.ambu.de	12
Abbildung 5 – X-Collar – https://www.xcollar.com	13
Abbildung 6 - X-Collar am Patient – https://www.xcollar.com	13
Abbildung 7 - PHTLS 9. Edition - Seite 348	19
Abbildung 8 - PHTLS 9. Edition - Seite 348	19
Abbildung 9 – PHTLS Immobilisationsalgorithmus 9. Edition - Seite 342	19
Abbildung 10 - E.M.S IMMO Protocol - (Kreinst et al., 2016).....	20
Abbildung 11 - Dänische Immobilisation Guideline - (Maschmann et al., 2019).....	22
Abbildung 12 - Norwegische Guidelines - (Kornhall et al., 2017).....	23
Abbildung 13 - Band C Spine not cleared SECamb - https://www.secamb.nhs.uk/wp-content/uploads/2020/09/SECamb-introduces-new-spinal-care-guidelinesJPG-1600x1067.jpg	24
Abbildung 14 - SMEDRIX Algorithmus 4.5 – IVR (Interverband für Rettungswesen).....	25
Abbildung 15 - Immobilisationsalgorithmus RD Winterthur.....	26
Abbildung 16 - Immobilisationsalgorithmus Rettung Basel Stadt.....	27
Abbildung 17 - NEXUS Kriterien – https://www.wildmedcenter.com/uploads/5/9/8/2/5982510/nexus-variations_orig.png	28
Abbildung 18 - Canadian C-Spine Rule – https://www.wildmedcenter.com/uploads/5/9/8/2/5982510/ccr_orig.png	29
Abbildung 19 - Algorithmus Vorschlag Autor.....	33