

Aus dem Klinikum Passau

Chirurgische Abteilung
(Chefarzt: apl.Prof. Dr. M. Fischer)

Versorgung von traumatischen Femurschaftfrakturen im Erwachsenenalter

Eine retrospektive Betrachtung des unfallchirurgischen Patientengutes
im Klinikum Passau von 1985 - 1994

Matthias Czornik

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin
der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Medizin
genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. D. Neumeier

Prüfer der Dissertation:

1. apl.Prof.Dr.M. Fischer
2. Univ.-Prof.Dr. St. Freiherr von Gumpenberg-Pöttmeß-
Oberbrennberg

Die Dissertation wurde am 08.04.2002 bei der Technischen Universität München
eingereicht und durch die Fakultät für Medizin
am 17.07.2002 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Problemstellung	Seite	1
2. Patientenkollektiv und Methodik	Seite	5
3. Ergebnisse	Seite	11
4. Diskussion	Seite	28
4.1. <i>des Patientengutes</i>	Seite	29
4.2. <i>der Literatur bezüglich systemischer Entzündungsreaktion</i>	Seite	31
4.3. <i>der Literatur bezüglich des Thoraxtraumas</i>	Seite	32
4.4. <i>der Verantwortung des Notarztes</i>	Seite	33
4.5. <i>der Literatur bezüglich der Marknagelung bei Femurschaftfrakturen</i>	Seite	34
4.6. <i>eines Behandlungskonzeptes für die Femurschaftfraktur</i>	Seite	37
5. Zusammenfassung	Seite	39
6. Anhang	Seite	43
7. Literaturverzeichnis	Seite	54

1.

Einleitung

Es ist allgemein anerkannt, dass nicht versorgte, instabile Frakturen des Körperstammes als auch körperstammnah (u.a. Femur) mit einem hohen Blutverlust vergesellschaftet sind, kontinuierlich Mediatoren für die Schockentstehung freisetzen, infolge chronischer Schmerzreize eine vermehrte Analgesie vor, während und nach der Beatmung erfordern, die Pflege erschweren und bei sekundärer Versorgung eine höhere Komplikations- und Infektionsrate aufweisen.

Somit birgt schon die isolierte, geschlossene Femurschaftfraktur in sich potentiell die Gefahr der Entstehung eines traumatisch – hämorrhagischen Schockgeschehens (**12**, 336; **13**, 262; **18**, 667 – 672; **104**, 164 – 172; **107**, 110 – 116; **126**, 283 – 295; **132**, 38 – 66).

Führt man sich nun vor Augen, dass ein Drittel aller Polytraumatisierten u. a. eine Femurschaftfraktur aufweist (**103**, 350 – 362), so ergibt sich daraus der kategorische Imperativ die Femurschaftfraktur primär zu stabilisieren.

Primär heißt bei Wegfall lebenserhaltender Sofortoperationen sofort oder im anderen Fall in der Primärphase – Stichwort „day one surgery“ (**138**, 631 – 640; **143**, 491 – 499).

Nur dieses Vorgehen stellt eine essentielle Prophylaxe gegen das Multiorgandysfunktions-syndrom bzw. Multiorganversagen dar (**140**, 301 – 306).

In den traumatologischen Diskussionsforen ist deshalb die Primärversorgung der Femurschaftfraktur unstrittig. Strittig hingegen ist die Wahl des primär durchzuführenden Osteosyntheseverfahrens, ausgenommen die Primärversorgung der isolierten, geschlossenen Femurschaftfraktur mittels intramedullärem Stabilisierungsverfahren.

Während man in der angloamerikanischen Literatur die Primärversorgung der Femurschaftfraktur mittels Marknagelung, egal ob aufgebohrt oder nicht aufgebohrt, beim Mehrfachverletzten auch bei Vorliegen eines zusätzliche Thoraxtraumas favorisiert (**25**, 164 – 168; **38**, 895 – 903; **50**, 375 – 384; **107**, 110 – 113; **126**, 283 – 295; **162**, 169 – 176), wurde in der deutschsprachigen Literatur bis Mitte der 90er Jahre bei diesem Verletzungsmuster ausschließlich die Primärstabilisierung mittels Fixateur externe bzw. Plattenosteosynthese empfohlen (**6**, 808 – 810; **44**, 877 – 879; **76**, 215 – 222; **77**, 80 – 84; **88**, 540 – 548; **91**, 164 – 172; **134**, 325 – 327; **135**, 775 – 782; **157**, 13 – 18; **159**, 151 – 163).

Bei der Analyse beider Standpunkte fällt auf, dass die Argumentation in den USA auf retrospektiven, teils multizentrischen Studien basiert (**77**, 80 – 84), während in Mitteleuropa pathophysiologische und pathobiochemische Erkenntnisse über die systemische Entzündungsreaktion die Meinungsbildung stark beeinflussen (**31**, 27 – 35; **73**, 259 – 265; **74**, 158 – 162; **77**, 249 – 253; **135**, 775 – 782; **150**, 460 – 467; **156**, 73 – 81).

Mit dem seit Anfang der 90er Jahre zur Verfügung stehenden unaufgebohrten Femurnagel (58, 549 – 567) und der neu entwickelten Technik der retrograden Femurmarknagelung (71, 315 – 319; 85, 464 – 468; 148, 26 – 30) haben einige Kritiker aus der Ära der ausschließlich antegraden aufgebohrten Femurmarknagelung ihren Standpunkt gegen die Primärversorgung der Femurschaftfraktur im Rahmen einer Mehrfachverletzung unter anderem mit Thoraxtrauma mittels intramedullärem Stabilisierungsverfahren relativiert (94, 102 – 108; 158, 277 – 284).

Dies beruht auf der Erkenntnis, dass unter der Prämisse der suffizienten, präoperativen Versorgung (u.a. präklinisch adäquate Schmerz- und Volumentherapie, eventuell Frühintubation) bei einer Marknagelung ohne Markraumböhrung mit einem dünnen soliden Marknagel trotz vorhandener Vorschädigung (hämorrhagischer Schock und Lungenkontusion) keine zusätzliche pulmonale Schädigung nachweisbar ist, während bei der aufgebohrten Marknagelung in gleicher Situation im Vergleich messbare systemische Schädigungen auftreten (94, 88 – 102; 130, 68 – 72).

In diesem Zusammenhang interessant ist die Arbeit von Wozasek, der nachweisen konnte, dass die Osteosynthese des Femurs mittels aufgebohrtem, intramedullärem Kraftträger unmittelbar nach Konsolidierung eines traumatisch-hämorrhagischen Schocks eine pulmonale Belastung ohne wesentliche Folgen darstellt. Trotz abgelaufener Hypovolämie, Retransfusion und Marknagelung ergab in seiner Versuchsreihe eine zusätzliche Endotoxämie bis zum Versuchsende keine weitere pulmonale Belastung (164, 59 – 71).

Natürlich ist die Aussage dieser Versuchsreihe nur eingeschränkt verwertbar, da eine Lungenschädigung kombiniert mit hämorrhagischem Schock nicht durchgeführt wurde.

Sie führt jedoch in Zusammenschau mit den obigen Zitaten zur grundsätzlichen Frage: Wie ist es um die präklinische Versorgung bestellt?

Kann vorausgesetzt werden, dass in der präklinischen Phase die Voraussetzungen für eine komplikationslose primär definitive Versorgung der Femurschaftfraktur geschaffen werden?

In prospektiven Analysen polytraumatisierter Patienten kamen unabhängig voneinander mehrere Autoren zu der ernüchternden Erkenntnis, dass trotz gesetzlicher Regelung der Qualifikation des Notarztes in Deutschland noch erhebliche Defizite in der Erkennung und Behandlung von Verletzungsfolgen bestehen (10, 137 – 143; 46, 347 – 353; 47, 138 – 142; 106, 160 – 176; 111, 285 – 291). Zu einem ähnlichen Ergebnis kam Prause in Österreich (96, 46 – 49). Auch aus dem angloamerikanischen Raum liegen entsprechende Ergebnisse vor (23, 813 – 817).

Da trotz intensiver Forschungsarbeiten die Autodynamik der systemischen Entzündungsreaktion noch nicht durchbrochen werden kann, ist eine suffiziente präklinische Versorgung des Verunfallten eine *conditio sine qua non*, um den Patienten im konkreten Fall mit Femurschaftfraktur isoliert und im Rahmen einer Mehrfachverletzung mit der biomechanisch überlegenen Marknagelung am Unfalltag primär definitiv versorgen zu können.

Die Zentralfrage der vorliegenden retrospektiven Analyse des unfallchirurgischen Patientengutes mit Femurschaftfraktur im Klinikum Passau der Jahre 1985 – 1994 lautet also: Inwieweit hat die präklinische Versorgung im klinischen Alltag die Versorgungsstrategien bei Femurschaftfrakturen beeinflusst bzw. zu welchen Problemen hat sie geführt?

2.

Patientenkollektiv und Methodik

In diese retrospektive Analyse wurden 104 Patienten ab dem 18. Lebensjahr aufgenommen, die im Zeitraum zwischen 01.01.1985 und 31.12.1994 im Klinikum Passau u. a. aufgrund einer traumatischen Femurschaftfraktur behandelt wurden. Ausgeschlossen wurden pathologische ebenso wie subtrochantäre und suprakondyläre Frakturen des Femur.

Die Krankenunterlagen der Patienten wurden anhand des im folgenden dargestellten Erhebungsbogens erfasst:

Erhebungsbogen „Versorgung diaphysärer, traumatischer Femurschaftfrakturen im Erwachsenenalter im Zeitraum 1985 – 1994 im Klinikum Passau“

1. Name
2. Geburtsdatum
3. Geschlecht
4. Unfalltag
5. Unfallzeitpunkt
6. Unfallhergang
7. Verletzungsmuster
 - Femurschaftfraktur
 - Zone
 - AO – Klassifikation
 - Geschlossen
 - Offen
 - Thoraxtrauma
 - AIS
 - Begleitverletzungen
 - PTS
8. Präklinische Versorgungsphase
 - therapiefreies Intervall
 - Rettungszeit
 - Infusionsmenge
 - Intubationszeit

9. Klinische Versorgungsphase
- Reanimationszeit
 - Primärbehandlung
 - primär definitiv
 - ◆ Marknagelung
 - ◆ Plattenosteosynthese
 - ◆ Fixateur externe
 - Extension
 - Fixateur externe
 - Sekundärbehandlung
 - Marknagelung
 - Plattenosteosynthese
10. Pulmonale Komplikationen

Die Einteilung der Verletzungsschwere erfolgte nach dem Polytraumaschlüssel (PTS) Hannover. (82, 465 – 472) (siehe Tabelle 1, S.47)

Die Klassifikation des Thoraxtraumas wurde mittels des Abbreviated Injury Scale (AIS) in der modifizierten Version von 1985 durchgeführt. (20, 87 – 90)

Abbreviated Injury Scale (AIS^{Thorax})

- 1 (leicht): isolierte Rippenfraktur
- 2 (mäßig): Rippenfrakturen (2 – 3)
- 3 (ernst): Rippenserienfraktur, Hämato- oder Pneumothorax, Lungenkontusion (unilateral)
- 4 (schwer): Rippenserienfraktur, Hämato- oder Pneumothorax, Lungenkontusion (bilateral), Myokardkontusion
- 5 (kritisch): Aortenruptur, Myokardruptur, Lungenkontusion mit Spannungspneumothorax
- 6 (tödlich): Aortenruptur mit Hämatothorax, massive Thoraxquetschung, komplexe Myokardruptur

Der Femurschaft wurde in 5 Teilabschnitte unterteilt, wobei das proximale und distale Fünftel als nicht rein diaphysäre Frakturen nicht bewertet wurden.

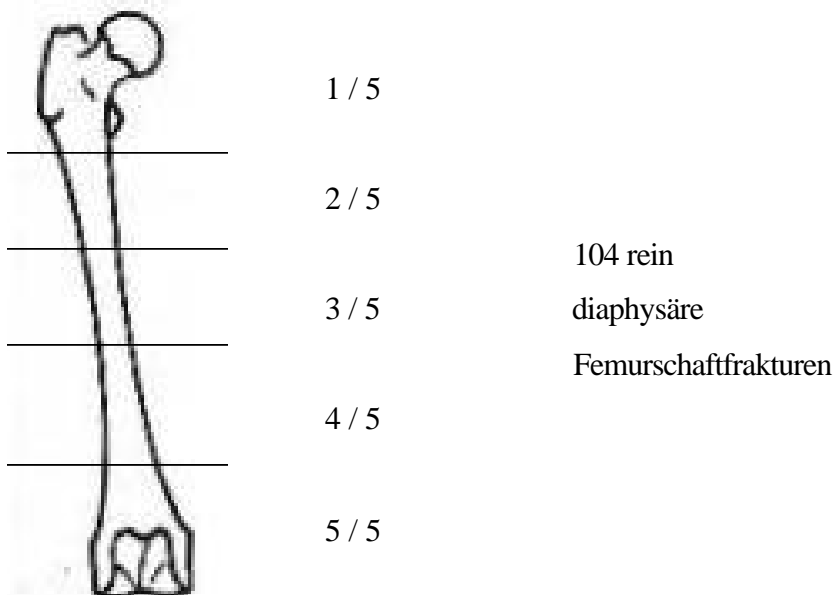


Abb. 1

Die Femurschaftfrakturen wurden nach der AO-Klassifikation eingeteilt.

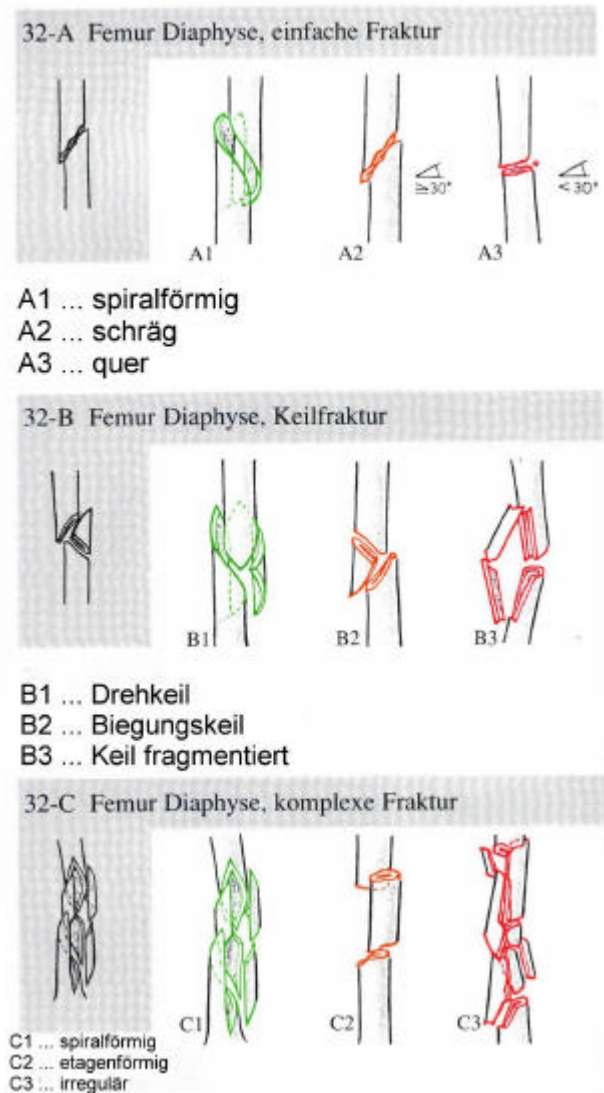


Abb. 2

aus Manual der Osteosynthese, Müller M. E., Allgöwer M.,
Schneider R., Willenegger H. (Hrsg.)

Der begleitende Weichteilschaden am betroffenen Oberschenkel wurde nach Tscherny / Oestern (geschlossene Frakturen) und Gustilo / Anderson (offene Frakturen) eingeteilt. (137, 111 – 119; 41, 453 – 458) (siehe Tabelle 2 und 3, S. 47, 48)

Die Versorgungszeiten wurden wie folgt definiert:

- Therapiefreies Intervall Zeit zwischen Unfall und Eintreffen des Notarztes
- Rettungszeit Zeit zwischen Unfall und Eintreffen in der erstbehandelnden Klinik
- Intubationszeit Zeit zwischen Unfall und Intubation des Patienten
- Reanimationszeit Zeit zwischen Eintreffen in der erstbehandelnden Klinik und der weiteren operativen Behandlung

Als Frühintubation wurde die Intubation durch den Notarzt definiert.

Bezüglich der Volumensubstitution wurden in den Beobachtungszeiträumen die präklinischen (Rettungszeit) Infusionsmengen ausgewertet.

Definiert wurde die primär definitive Versorgung als innerhalb der ersten 24 Stunden und die sekundär definitive Versorgung als 24 Stunden und mehr nach Trauma stattfindend.

Zur Auswertung wurde das Patientenkollektiv in die Gruppen 1985 – 1989 und 1990 – 1994 aufgeteilt, um Tendenzen sowohl in der präklinischen Versorgung als auch der klinischen Versorgungsstrategie zu erkennen.

Zu den angewandten Operationsverfahren bzgl. der Femurschaftfraktur ist wichtig zu erwähnen, dass im Klinikum Passau bis einschließlich 1994 der aufgebohrte AO – Universal – Femurnagel verwandt wurde. Nach Lagerung und Reposition auf dem Extensionsstisch wurde mit der flexiblen Welle, mit festem stirnseits schneidenden Bohrkopf mit dem Durchmesser 9 mm begonnen um danach in 0,5 mm Schritten aufzubohren; in 49,5 % der Fälle bis 12 mm.

3.

Ergebnisse

3.1 Altersverteilung

Den Hauptanteil des Patientenkollektivs bildete die Altersgruppe der 18 – 25 jährigen mit 54,7 % wobei der Anteil der Männer gegenüber den Frauen 5 : 1 betrug. (siehe Tabelle 4, S. 48)

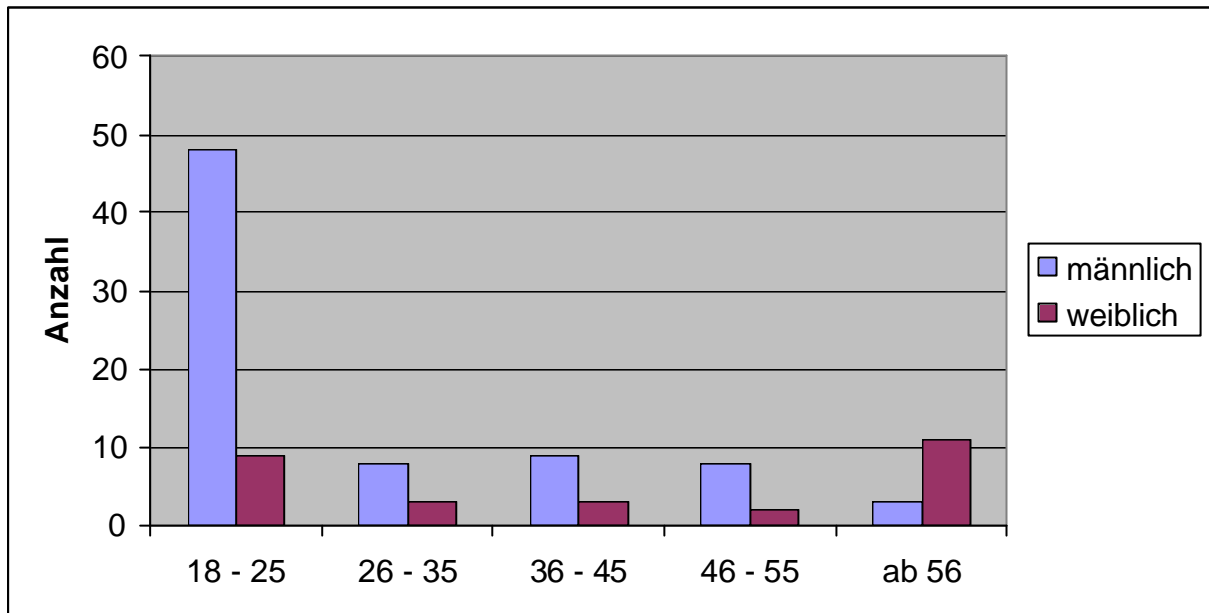


Abb. 3 Altersverteilung der 104 Patienten mit Femurschaftfraktur

3.2 Unfallursache

Hauptunfallvehikel waren das Auto in 54 und das Motorrad in 25 Fällen. (siehe Tabelle 5, S. 48)

Auch hier überwog das männliche Geschlecht mit 39 bzw. 20 Verunfallten deutlich.

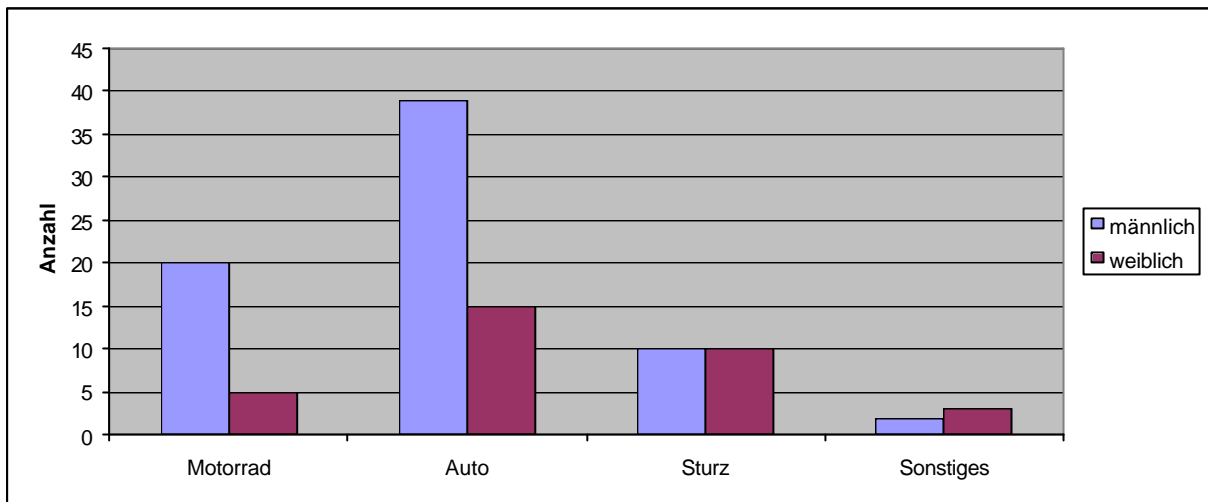


Abb. 4 Unfallursache

3.3 Unfallzeitpunkt

Betrachtet man den Unfallzeitpunkt, so verunfallten 73 Patienten entsprechend 70,1 % zwischen 18 – 6 Uhr und 31 entsprechend 29,9 % zwischen 6 – 18 Uhr, wobei sich die Aufteilung in den Beobachtungszeiträumen nicht wesentlich unterschied. (siehe Tabelle 6, S. 49) Das heißt, dass 2/3 der Patienten außerhalb der Dienstzeit zur Versorgung eingeliefert wurden.

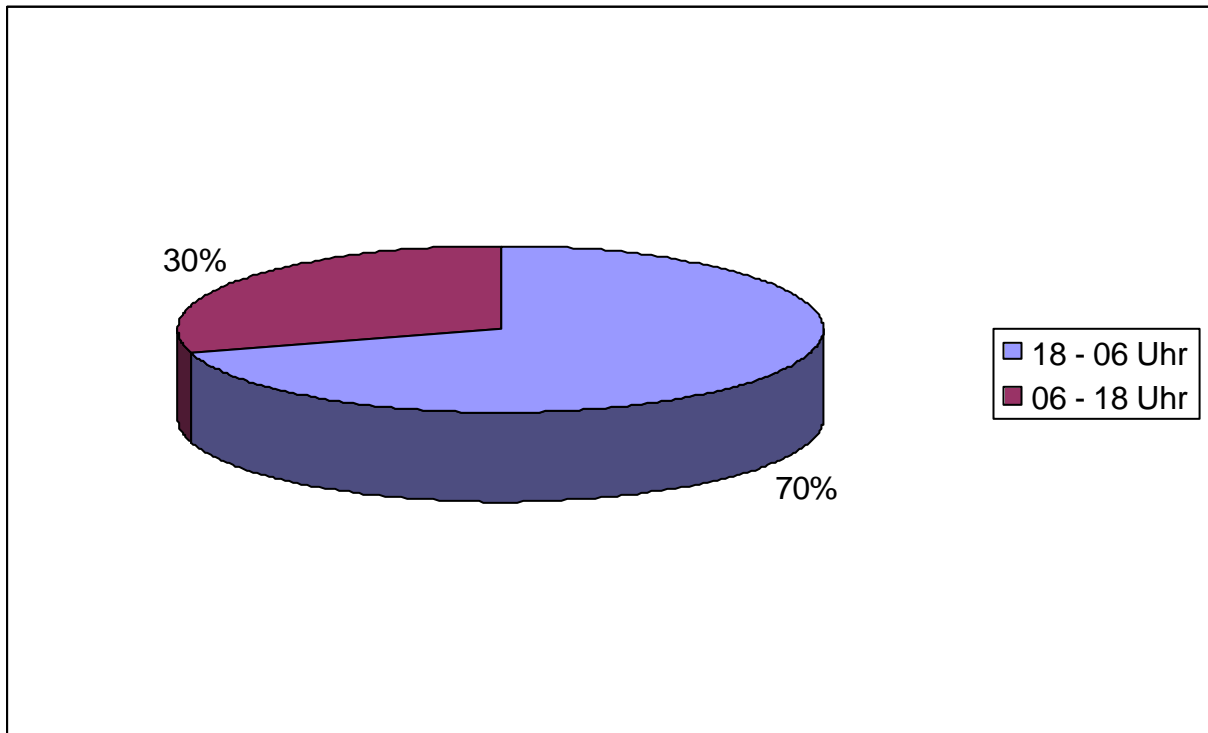


Abb. 5 Unfallzeitpunkt

3.4 Frakturzonen

Bei Nichtberücksichtigung des proximalen und distalen Femurabschnitts entfiel die Hälfte der Frakturen auf den mittleren und jeweils ein Viertel auf die angrenzenden Abschnitte. (siehe Tabelle 7, S. 49)

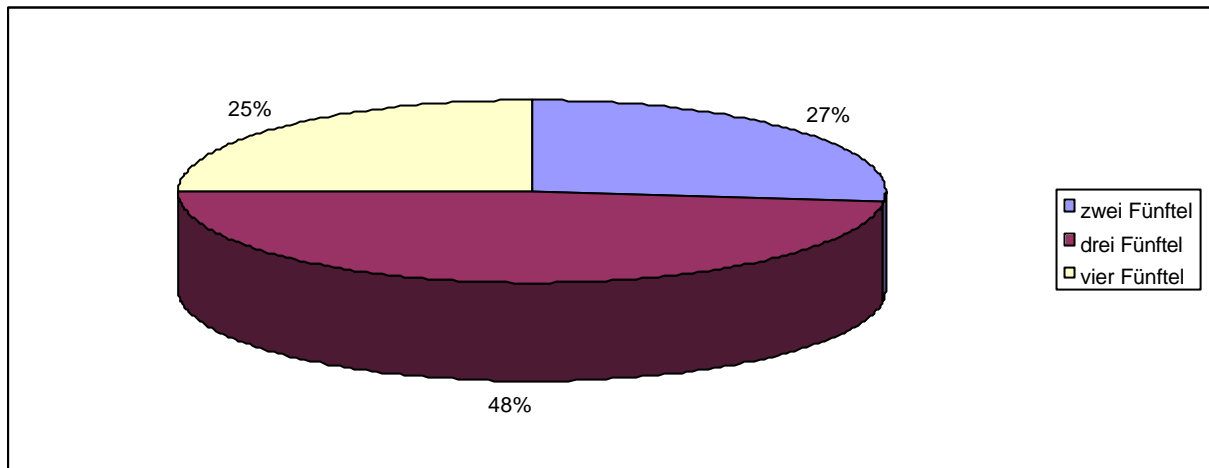


Abb. 6 Frakturzonen der 104 Femurschaftfrakturen

3.5 AO – Frakturklassifikation

Dabei entfielen 57 entsprechend 54,7 % auf die Gruppe A, 18 entsprechend 17,3 % auf die Gruppe B und 29 entsprechend 27,8 % auf die Gruppe C. (siehe Tabelle 8, S. 49) Das heißt, dass in knapp über der Hälfte der Fälle einfache, in knapp ein Drittel der Fälle jedoch komplexe Frakturformen, einmal abgesehen vom Weichteilschaden, vorlagen.

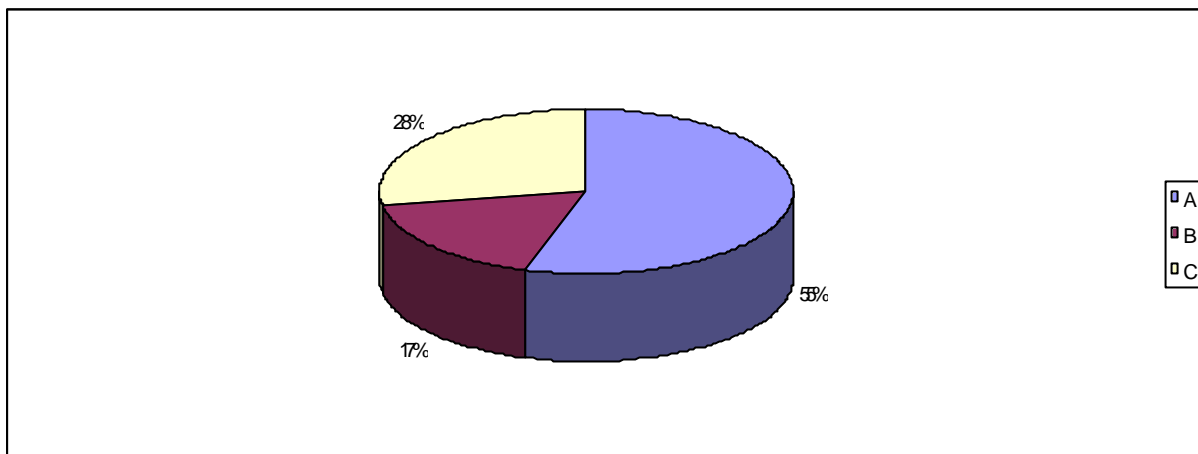


Abb. 7 AO-Klassifikation der 104 Femurschaftfrakturen

3.6 Weichteilschadenklassifikation

Die Einteilung der begleitenden Weichteilschäden ergab in 82,7 % eine geschlossene und in 17,3 % eine offene Fraktur. (siehe Tabelle 9 und 10, S. 49, 50)

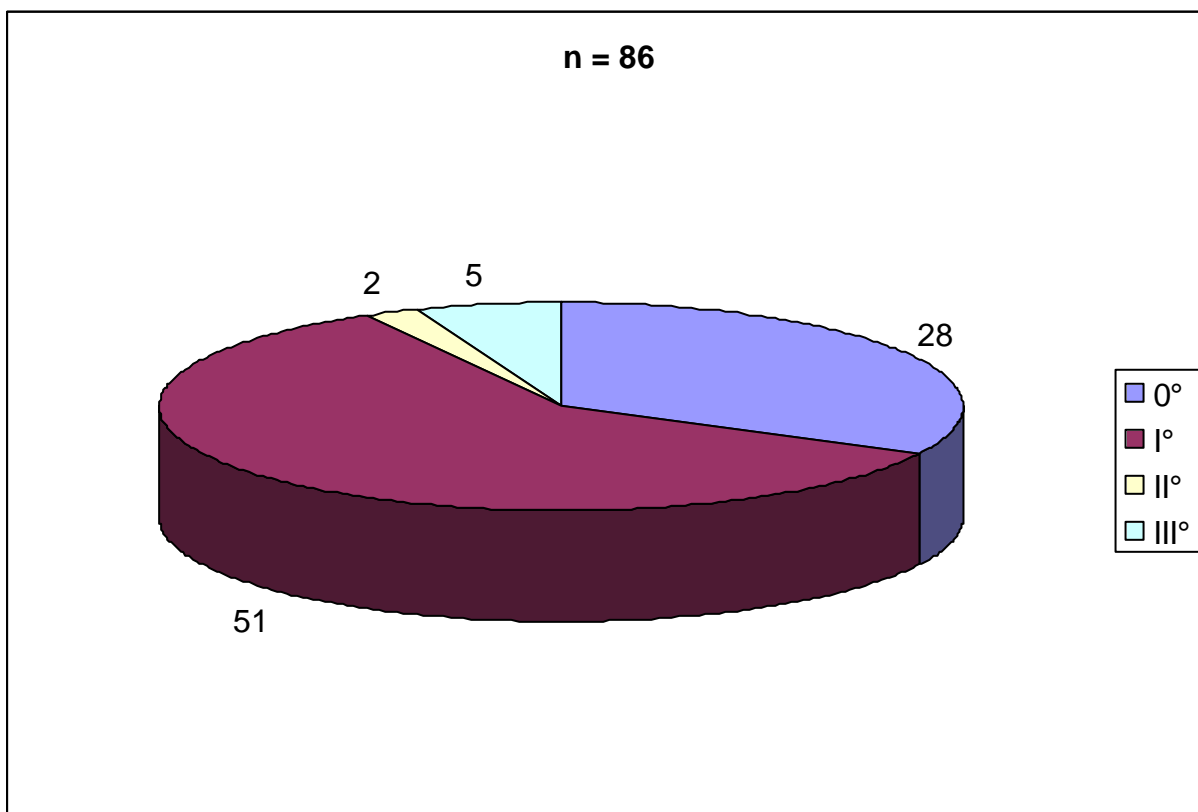


Abb. 8 Anteil der geschlossenen Femurschaftfrakturen

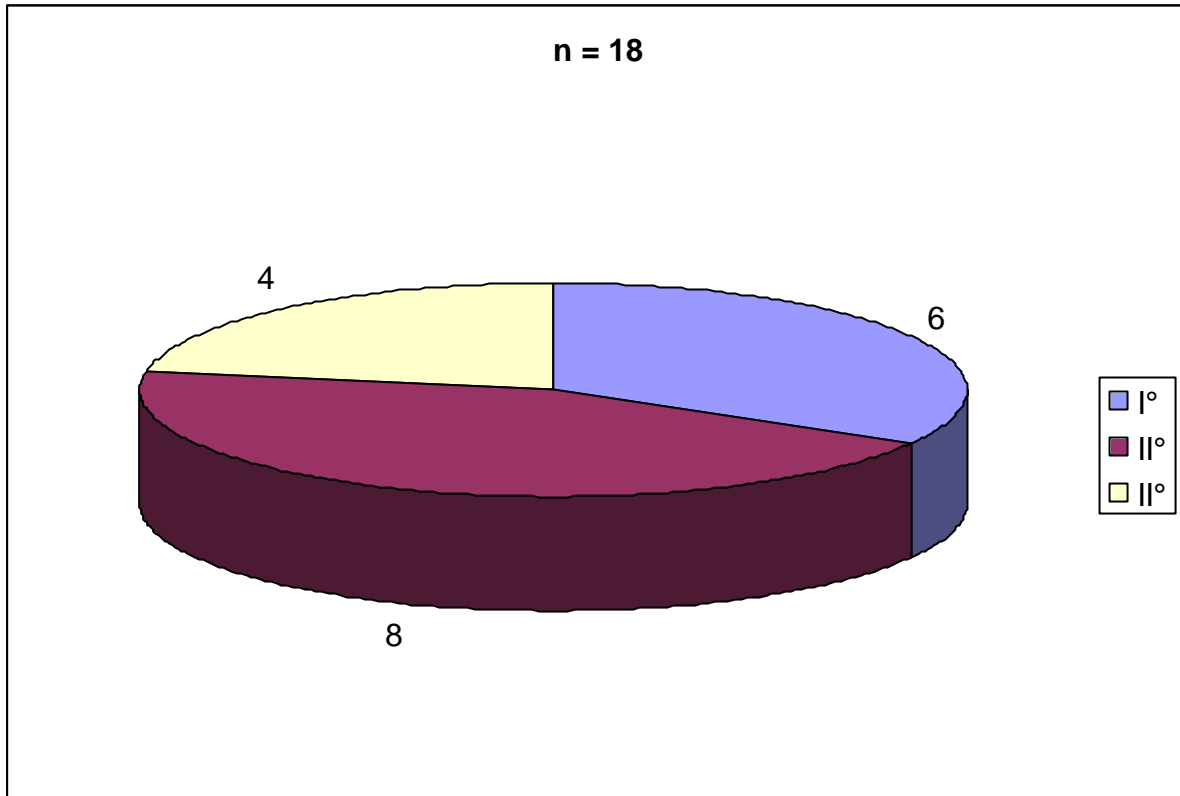


Abb. 9 Anteil der offenen Femurschaftfrakturen

3.7 Verletzungsschwere

Bei der Betrachtung der Gesamtverletzungsschwere fällt auf, dass immerhin 22,1 % der Gruppe PTS III und 2,9 % der Gruppe PTS IV angehörten, und somit ein Viertel der Patienten schwerstverletzt waren. Außerdem ist für die Beurteilung der Versorgungsstrategie wesentlich festzuhalten, dass sich innerhalb der hohen Gesamtverletzungsschweregrade die Aufteilung in den Beurteilungszeiträumen annähernd die Waage hielt. (siehe Tabelle 11, S.50)

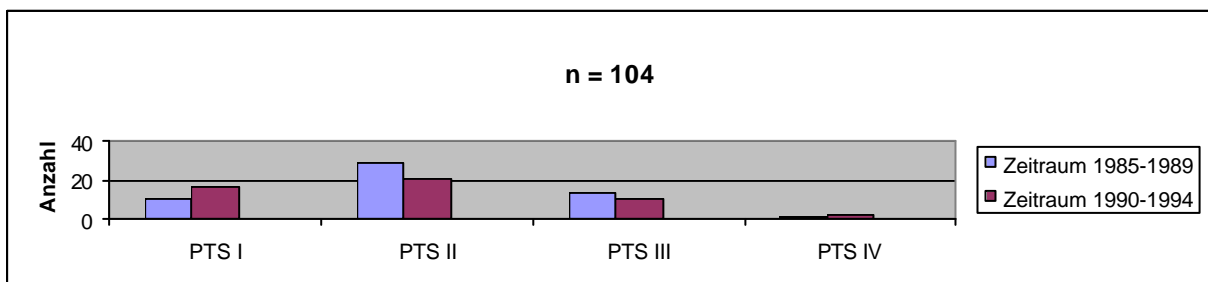


Abb. 10 Gesamtverletzungsschweregrad der 104 Patienten mit Femurschaftfraktur

3.8 Thoraxtrauma

Von den begleitenden Thoraxverletzungen entfielen 2/3 auf die Schweregrade AIS III / IV, wobei auch hier zu erwähnen ist, dass sich die Aufteilung innerhalb der hohen Verletzungsschweregrade in den Beurteilungszeiträumen annähernd die Waage hielt. (siehe Tabelle 12, S. 50)

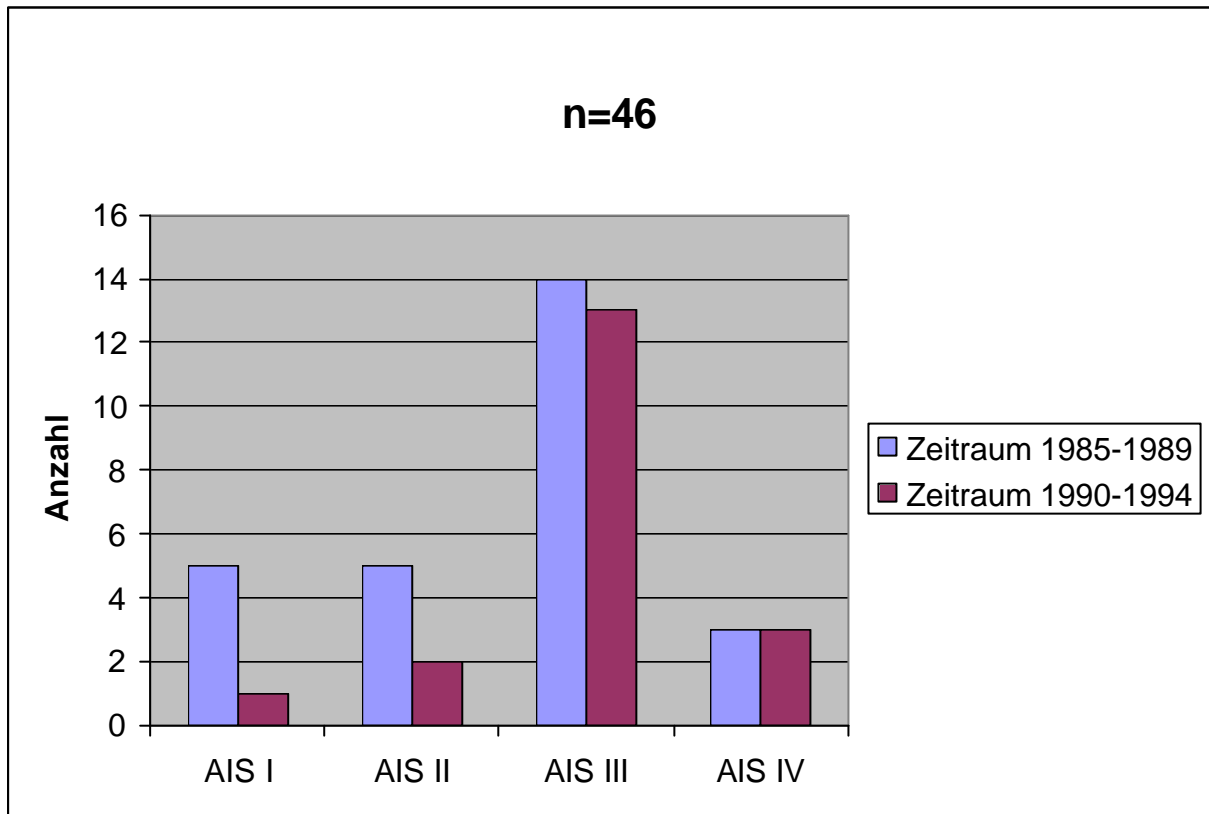


Abb. 11 Thoraxverletzungsschweregrad der 46 Patienten

3.9 Versorgungszeiten

Die Versorgungszeiten unterschieden sich nach Analyse isolierter Femurschaftfrakturen, Femurschaftfrakturen ohne Thoraxtrauma und Femurschaftfrakturen mit Thoraxtrauma in den Beobachtungszeiträumen außer der Intubationszeit nur unwesentlich. Das therapiefreie Intervall betrug 10 – 20 Minuten, die Rettungszeit 20 – 60 Minuten, die Reanimationszeit bei den isolierten Femurschaftfrakturen 194 Minuten, bei den Femurschaftfrakturen ohne Thoraxtrauma 105 Minuten und bei den Femurschaftfrakturen mit Thoraxtrauma 155 Minuten.

3.10 Frühintubation

Von den 29 Frühintubationen wurden bei annähernd gleicher Verletzungsschwere 21 im Zeitraum 1990 – 1994 durchgeführt. (siehe Tabelle 13, S. 50)

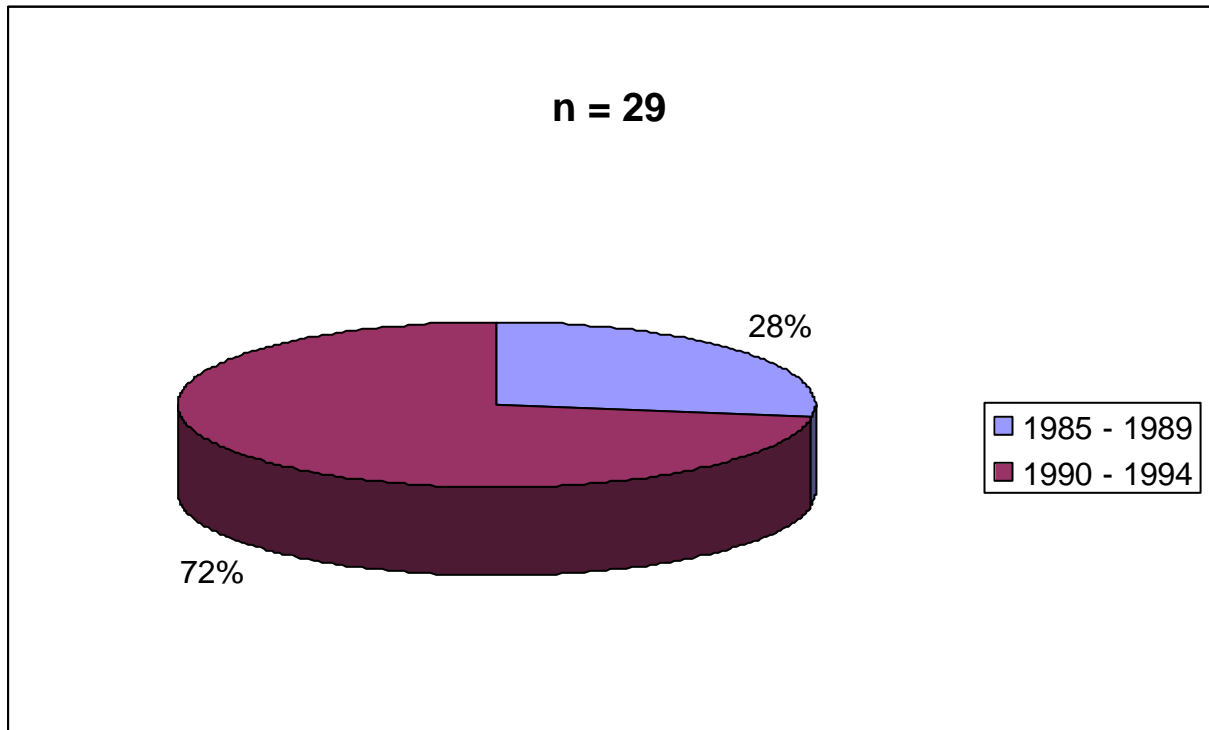


Abb. 12 Anteil der 29 Frühintubationen in den Beobachtungszeiträumen

3.11 Volumensubstitution

Die präklinische Volumensubstitution wurde im Beobachtungszeitraum 1990 – 1994, wie die nachfolgenden Tabellen zeigen, wesentlich aggressiver durchgeführt.

Isolierte Femurschaftfraktur

Beobachtungszeitraum	1985 – 1989	1990 – 1994
PTS I	1010 ml	2030 ml

Femurschaftfraktur ohne Thoraxtrauma

Beobachtungszeitraum	1985 – 1989	1990 – 1994
PTS II	1950 ml	2850 ml
PTS III	3050 ml	4500 ml

Femurschaftfraktur mit Thoraxtrauma

Beobachtungszeitraum	1985 – 1989	1990 – 1994
PTS II	2150 ml	3480 ml
PTS III	2850 ml	4050 ml
PTS IV	3800 ml	5850 ml

3.12 Versorgungszeitpunkt und -methode bei isolierter Femurschaftfraktur

Die Betrachtung der Versorgungsstrategie bei isolierter Femurschaftfraktur ergibt erstaunlicherweise, dass im Zeitraum 1990 – 1994 immerhin fast ein Viertel der Patienten erst sekundär definitiv versorgt wurde. (siehe Tabelle 14, S. 51)

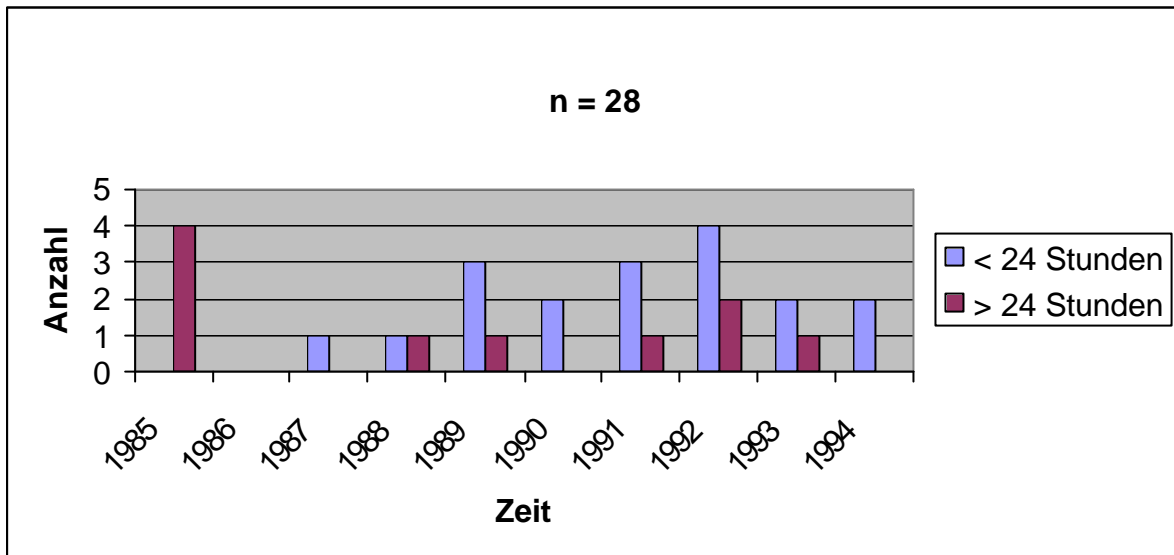


Abb. 13 Versorgungszeitpunkt der isolierten Femurschaftfrakturen im Zeitraum 1985 - 1994

Außer in einem Fall wurde sowohl primär definitiv als auch sekundär definitiv die aufgebohrte Femurmarknagelung durchgeführt. (siehe Tabelle 15, S. 51)

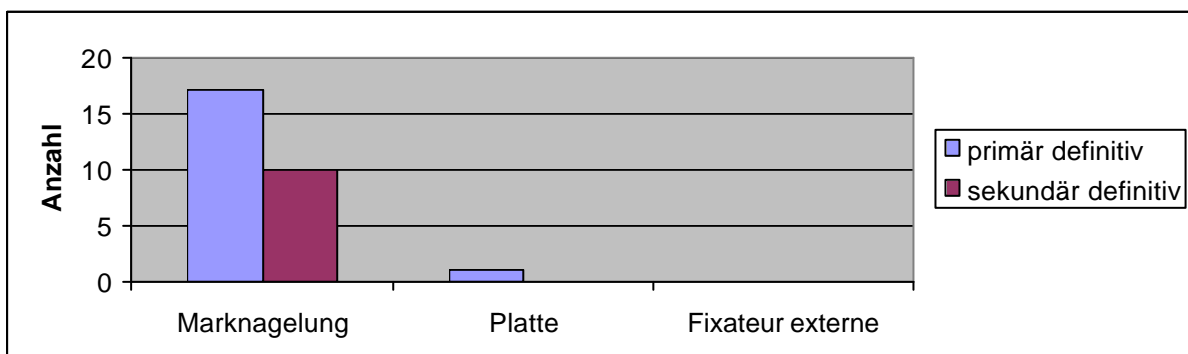


Abb. 14 Versorgungsmethode der 28 isolierten Femurschaftfrakturen

3.13 Versorgungszeitpunkt und –methode bei Femurschaftfraktur ohne Thoraxtrauma / mit weiteren Begleitverletzungen

Die Versorgungsstrategie der Femurschaftfrakturen ohne Thoraxtrauma jedoch weiteren Begleitverletzungen zeigt im Zeitraum 1990 – 1994 einen deutlichen Trend hin zur primär definitiven Versorgung mittels aufgebogener Marknagelung. (siehe Tabelle 16 und 17, S. 52)

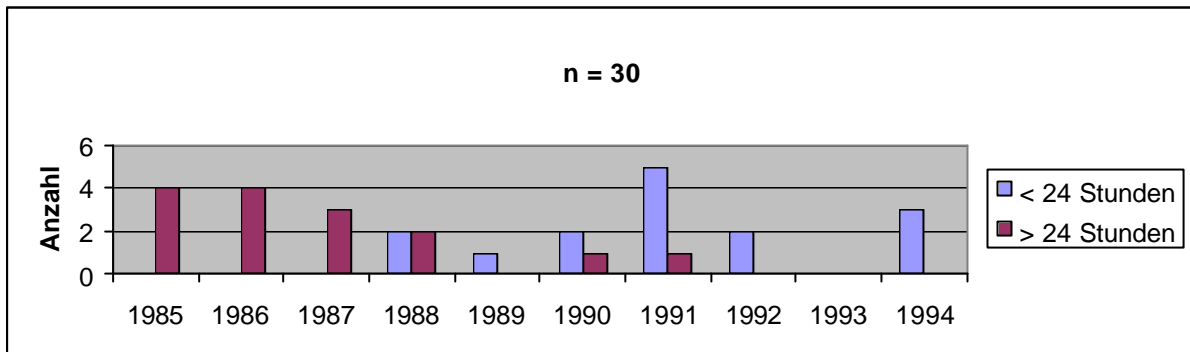


Abb. 15 Versorgungszeitpunkt der Femurschaftfrakturen bei Mehrfachverletzten ohne Thoraxtrauma

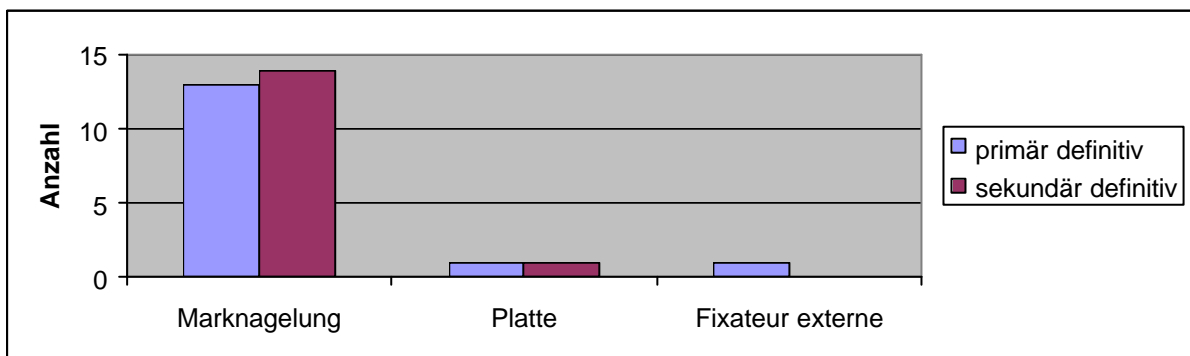


Abb. 16 Versorgungsmethode der 30 Femurschaftfrakturen bei Mehrfachverletzten ohne Thoraxtrauma

3.14 Versorgungszeitpunkt und –methode bei Femurschaftfraktur mit Thoraxtrauma / ohne weiteren Begleitverletzungen

Die Gruppe der Femurschaftfrakturen mit Thoraxtrauma jedoch ohne weiteren Begleitverletzungen ist von der Anzahl (n = 6) zu gering, um einen Trend abzuleiten, zumal nur zwei dieser Patienten im Zeitraum 1990 – 1994 versorgt wurden. Bei der Versorgungsmethode wurde außer in einem Fall die aufgebohrte Femurmarknagelung durchgeführt. (siehe Tabelle 18, S. 52)

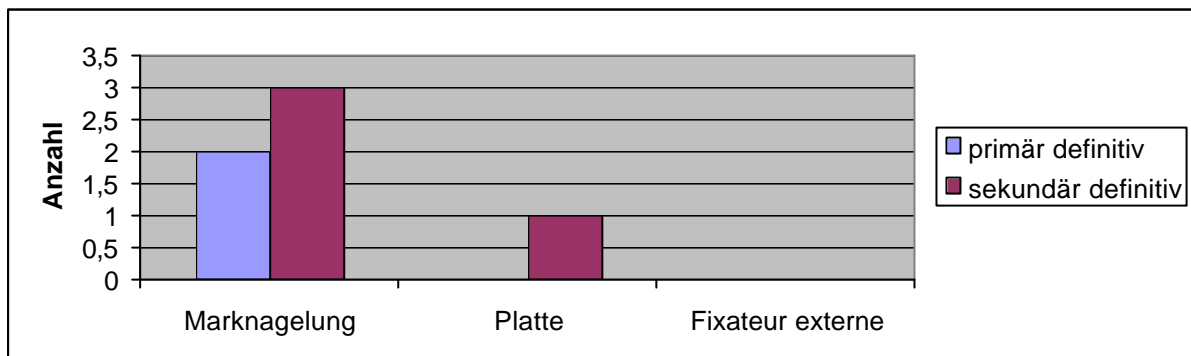


Abb. 17 Versorgungsmethode der 6 Femurschaftfrakturen in Kombination nur mit Thoraxtrauma

3.15 Versorgungszeitpunkt und –methode bei Femurschaftfraktur mit Thoraxtrauma und weiteren Begleitverletzungen

In die Gruppe der Femurschaftfrakturen mit Thoraxtrauma und weiteren Begleitverletzungen fallen 38,5 % der Fälle insgesamt und 87 % der Fälle mit Thoraxtrauma.

Hier zeigt sich im Zeitraum 1990 – 1994 ein deutlicher Trend hin zur primär definitiven Frakturversorgung trotz der erheblichen Gesamtverletzungsschwere. (siehe Tabelle 19 und 20, S. 53)

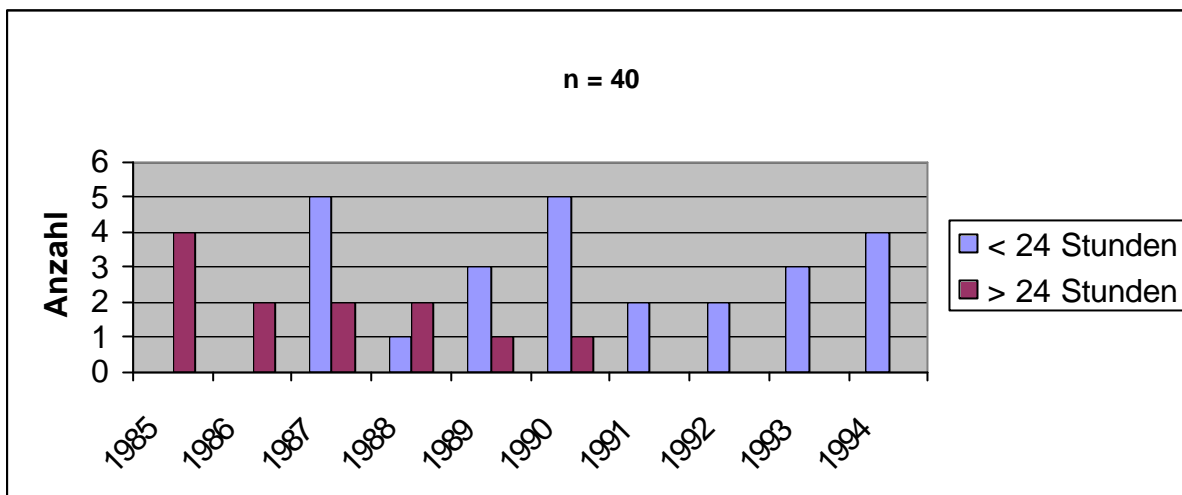


Abb. 18 Versorgungszeitpunkt der Femurschaftfrakturen bei Mehrfachverletzten mit Thoraxtrauma

Die Gründe für die Plattenosteosynthese waren einmal Schädel-Hirn-Trauma Grad III, einmal beidseitige Tibiakopffrakturen, einmal eine offene Fraktur Grad IIIa, einmal eine offene Fraktur Typ IIIb, einmal eine erstgradig offene Mehretagenfraktur, zweimal eine drittgradig offene Unterschenkelfraktur auf gleicher Seite, einmal eine Kniegelenksluxation mit Abriss der Arteria poplitea auf gleicher Seite und eine BWK 10 / 12 Fraktur (instabil).

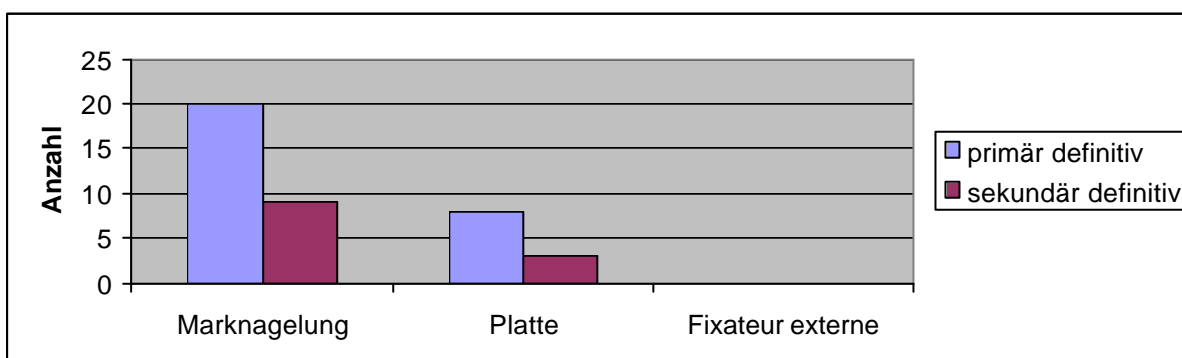


Abb. 19 Versorgungsmethode der 40 Femurschaftfrakturen bei Mehrfachverletzten mit Thoraxtrauma

Bei den insgesamt sekundär definitiv Versorgten dieser Gruppe (30 %) wurde in 75 % eine Marknagelosteosynthese und in 25 % eine Plattenosteosynthese durchgeführt. Die Gründe für die Plattenosteosynthese waren einmal eine supra- / diakondyläre Femurfraktur auf gleicher Seite und zweimal eine offene Fraktur Grad II.

3.16 Versorgungszeitpunkt und –methode der Femurschaftfrakturen insgesamt

Betrachtet man abschließend die beiden Beurteilungszeiträume insgesamt nebeneinander, so wurden 1985 – 1989 54 entsprechend 51,9 % und 1990 – 1994 50 entsprechend 48,1 % - also annähernd gleich viel – der Femurschaftfrakturen versorgt. (siehe Tabelle 21, S. 54)

Eine deutliche Diskrepanz zeigt sich in der Versorgungsstrategie. Im Zeitraum 1990 – 1994 wurden 42 entsprechend 84 % der Femurschaftfrakturen primär definitiv versorgt, wohingegen dies 1985 – 1989 nur in 21 entsprechend 38,9 % der Fall war.

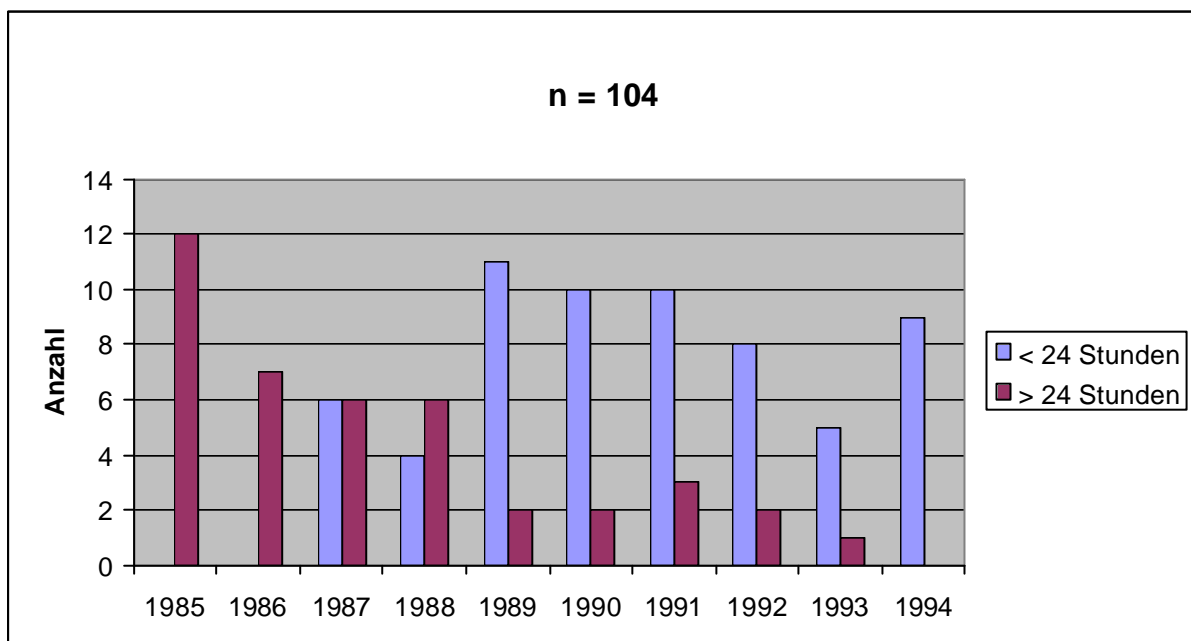


Abb. 20 Versorgungszeitpunkt der 104 Femurschaftfrakturen insgesamt im Zeitraum 1985 - 1994

Bezüglich der Versorgungsmethode wurde insgesamt betrachtet in 84,6 % die aufgebohrte Femurmarknagelung, in 14,4 % die Plattenosteosynthese und in 1 % der Fälle die Fixateur externe – Anlage durchgeführt. (siehe Tabelle 22, S. 54)

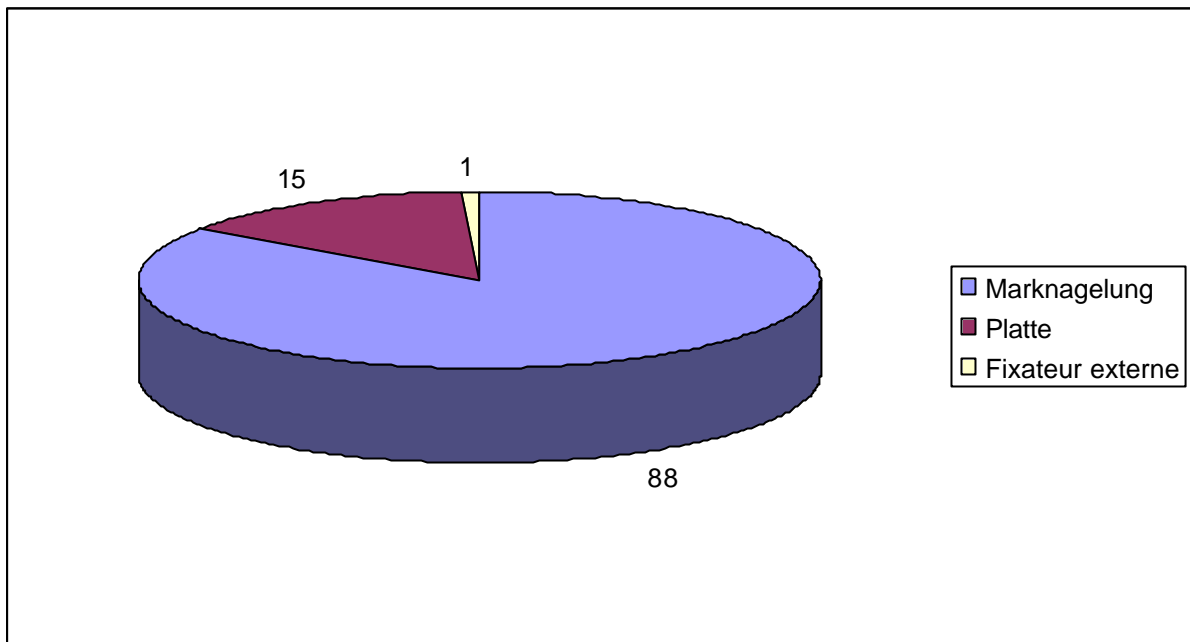


Abb. 21 Versorgungsmethode der 104 Femurschaftfrakturen insgesamt

3.17 Posttraumatische Lungenkomplikationen

Von den 104 Patienten entwickelten 10 im Verlauf pulmonale Komplikationen. Es würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen, den intensivmedizinischen Verlauf und das Outcome der Patienten zu analysieren, zumal die Ursache der Lungenkomplikationen nicht definitiv der Femurschaftfraktur, dem Versorgungszeitpunkt oder der Versorgungsmethode zugeschrieben werden kann.

Es gilt jedoch herauszustellen, ob in der präklinischen Phase behandlungstaktische Defizite bestanden, die womöglich in Zusammenschau mit den bis dato bekannten pathophysiologischen und pathobiochemischen Abläufen bei Femurschaftfrakturen vor allem bei Mehrfachverletzungen die Entwicklung zur Lungenkomplikation mit bahnten.

Im Folgenden werden die einzelnen Patienten anhand von identischen Eckdaten dargestellt:

Patient	1	2	3	4	5
Unfalldatum	29.04.1985	21.07.1985	25.11.1986	04.12.1988	23.06.1989
Alter	42	32	18	22	21
PTS (Punkte)	III (47)	II (16)	II (15)	II (23)	II (28)
Frakturtyp 32	A.2.2	A.3.2	A.3.2	A.2.2	A.3.3
Gewebetrauma	II° offen	I° geschlossen	I° geschlossen	I° geschlossen	I° geschlossen
Thoraxtrauma	Lungenkontusion bds.	---	Lungenkontusion re.	Rippenserienfraktur re., Lungenkontusion re.	Rippenserienfraktur li.
weitere Verletzungen	II° offene Unterschenkelfraktur re., LWK-II/-IV/-V-Kompressionsfraktur, OS sacrum-Fraktur 1 - 3, axilläre Schulterluxation re.	I° geschlossene Tibiaschaft-trümmerfraktur li., SHT I°	Os ilium-Fraktur li., Patellatrümmerfraktur li., Claviculafraktur li., Innenknöchelfraktur li., proximale Fibulafraktur li. SHT	---	Mesenterialeinriss, oberflächliche Lebereinrisse, Patellafraktur re., Schambeinfraktur re., SHT I°
therapiefreies Intervall	15 Minuten	18 Minuten	14 Minuten	20 Minuten	10 Minuten
Rettungszeit	30 Minuten	40 Minuten	35 Minuten	35 Minuten	25 Minuten
Intubationszeit	7 3/4 Stunden	8 Tage	21 1/2 Stunden	1 Stunde 5 Minuten	1 Stunde 5 Minuten
Zusatzinformation	Zuverlegung aus 30 km entfernten Krankenhaus	---	Zuverlegung aus 40 km entfernten Krankenhaus	---	---
Zusatzinformation	Im OP-Vorbereitungsraum Herz-Kreislauf-Stillstand Reanimation	---	wegen respiratorischer Insuffizienz	wegen Somnolenz im Schockraum	Im Schockraum wegen respiratorischer Insuffizienz
Reanimationszeit	7 Stunden	30 Minuten	3 Stunden	45 Minuten	2 1/2 Stunden
Primärversorgung	Excision der Wunde, Extension	Extension	Extension	Extension	Plattenosteosynthese
Sekundärversorgung	nach 11 Tagen Fixateur externe, nach 25 Tagen Verriegelungsnagelung	Küntscher-Marknagelung des Femurs nach 8 Tagen	Plattenosteosynthese des Femurs nach 4 Tagen	Küntscher-Marknagelung des Femurs nach 3 Tagen	---
präklinisch / präoperativ vom Notarzt	1500 RL	1000 RL	500 RL	1000 RL	500 RL, 500 HAES
Labor bei Aufnahme	Hb 10,6/Krea 1,55/Quick 92	HB 11,8/Krea 0,82/Quick 93	HB 13,4/Krea 1,14/Quick 100	HB 11,8/Krea 0,83/Quick 79	HB 8,8/Krea 1,2/Quick 72
Rö.-Thorax im Verlauf	unauffällig	unauffällig	unauffällig	unauffällig	Unauffällig
Rö.-Thorax im Verlauf	am 30.04. über bd. LF, dichte flockige Zeichnung am 01.05. massive Verschattung über bd. LF	am 25.07. glockige Verdichtung bd. LF, am 27.07. disseminiert flau kleinleckige Verschattung bd. LF	am 27.11. diffus homogene Trübungen im ML/OL re., am 28.11. disseminiert flau, kleinleckige Verschattung bd. LF	am 05.12. fleckige konfluierende Infiltrate LF re., am 06.12. flau v.a. interstitielle Einlagerung bd. LF	am 23.06. part. bd. Diffuses interstitielles Lungenödem, am 27.06. kleinnoduläre Infiltration über bd. LF
Diagnose	Schocklunge	Fettemboliesyndrom, Schocklunge	Schocklunge	Schocklunge	Schocklunge

Patient	6	7	8	9	10
Unfalldatum	07.08.1989	12.05.1990	19.05.1991	25.12.1991	17.02.1992
Alter	21	24	18	30	19
PTS (Punkte)	IV (67)	III (35)	II (18)	II (23)	II (12)
Frakturtyp 32	C.3.2	B.2.1	C.3.1	A.3.2	B.3.2
Gewebetrauma	I° geschlossen	I° geschlossen	I° geschlossen	I° geschlossen	I° geschlossen
Thoraxtrauma	Lungenkontusion re.	Lungenkontusion li.	Lungenkontusion li.	Lungenkontusion re., Hämatothorax re.	---
weitere Verletzungen	Leberruptur, II° offene proximale Humerusfraktur li. mit Abriss der A.+V. brachialis + N.medianus, I° offene Unterarmfraktur li., distale Radiusfraktur li., SHT II°, Querfortsatzabriss LWK 1-3 li.	stumpfes Bauchtrauma mit kleinem Lebereinriss und Serosaeinriss des Colon Transversum, Symphysensprengung Humerusschaftfraktur li., SHT I°	---	SHT I°, Scapulafraktur li., Radiusfraktur re.	---
therapiefreies Intervall	10 Minuten	15 Minuten	18 Minuten	15 Minuten	20 Minuten
Rettungszeit	20 Minuten	60 Minuten	30 Minuten	30 Minuten	35 Minuten
Intubationszeit	60 Minuten	75 Minuten	6 Stunden	12 ¾ Stunden	17 ½ Stunden
Zusatzinformation	Zuverlegung aus 40 km entfernten Krankenhaus, auf Transport vom NA intubiert	Unfallort 30 km von Passau entfernt, Intubation im Schockraum wegen respiratorischer Insuffizienz	Erstaufnahme in anderem KH, dort am 20.05. Intubation wegen respiratorischer Insuffizienz, am 22.05. Verlegung nach Passau	Lt. aufnehmendem Arzt bei Aufnahme kaltschweißig und schockig	Erstaufnahme in anderem KH, am 18.02. um 16:15 Uhr Eintrübung deshalb Intubation Verlegung nach Passau
Reanimationszeit	1 Stunde 45 Minuten	45 Minuten	1 ½ Stunden	12 Stunden	1 ½ Stunden
Primärversorgung	Verriegelungsnagelung	Verriegelungsnagelung	Extension	Marknagelung	Extension
Sekundärversorgung	---	---	nach 4 Tagen Verriegelungsnagelung	---	nach 5 Tagen Verriegelungsnagelung
präklinisch / präoperativ vom Notarzt	2000 RL, 500 HAES	1500 RL, 500 HAES	1000 RL, 1000 HAES	1000 RL, 500 HAES	1500 RL
Labor bei Aufnahme	Hb 8,0/Krea 1,68/Quick 36	HB 13,2/Krea 1,3/Quick 95	HB 11,8/Krea 0,98/Quick 80	HB 12,8/Krea 1,4/Quick 90	HB 9,5/Krea 1,12/Quick
Rö.-Thorax bei Aufnahme	Flockige Verdichtung im re. OF	Fleckig-flaue Infiltration Mittellappen li.	unauffällig	unauffällig	unauffällig
Rö.-Thorax im Verlauf	am 11.08. diffus fleckige Infiltration über bd. LF, am 12.08. konfluierend fleckige Einlagerung bd. Lf	am 14.08. diffus flauere Verdichtung bd. LF	am 20.05. flauere Verdichtung bd. LF + fleckige Infiltration im re. OF	flauere Verschattung über bd. LF	am 20.02. flauere Verschattung bd. LF
Diagnose	Schocklunge / ARDS	Schocklunge	Schocklunge	Schocklunge	Schocklunge

4.

Diskussion

4.1. des Patientengutes

Die Auswertung der Ergebnisse ergibt, dass 1990 – 1994 im Vergleich zu 1985 – 1989 unabhängig vom Verletzungsschweremuster ein deutlicher Trend hin zur primär definitiven Versorgung der Femurschaftfraktur mittels aufgebohrter Marknagelung bestand.

Worin liegen die Gründe?

Gibt es Unterschiede in der präklinischen Versorgung?

Grundsätzlich muss erwähnt werden, dass im Beobachtungszeitraum 1985 – 1994 im Bereitschaftsdienst im Klinikum Passau kein spezieller unfallchirurgischer Hintergrunddienst bestand. Der Notarzt war über 24 Stunden von einer Rettungsdienstleitstelle zentral organisiert und von im Klinikum Passau tätigen Ärzten (Chirurgen, Anästhesisten, Internisten) besetzt.

Bis einschließlich 1994 wurde im Klinikum Passau bei der Femurmarknagelung ausschließlich der aufgebohrte Marknagel verwendet.

Betrachtet man die Zahlen so fällt auf, dass 1985 – 1989 56,6 % der Mehrfachverletzten des betrachteten Patientenkollektivs versorgt wurden; davon wiederum 58 % aus der Gruppe PTS II, 56,5 % aus der Gruppe PTS III und 33,3 % aus der Gruppe PTS IV.

Schlüsselt man das Verletzungsschweremuster in sich noch einmal auf, so wurden im Zeitraum 1985 – 1989 58,7 % der Femurschaftfrakturen mit Thoraxtrauma – isoliert oder in Kombination mit weiteren Begleitverletzungen - versorgt, wobei sich die schweren Thoraxtraumata AIS III und AIS IV im Vergleich zu 1990 – 1994 die Waage halten.

Trotzdem wurden 1990 – 1995 72,4 % der Frühintubationen, also wesentlich häufiger als 1985 – 1989 durchgeführt.

Bei der Analyse der präklinischen Volumensubstitution zeigt sich im Zeitraum 1990 – 1994 ebenso ein wesentlich aggressiveres Vorgehen.

Da sich weder die personell - apparative Infrastruktur im Klinikum Passau noch das therapierfreie Intervall und die Rettungszeit in beiden Beobachtungszeiträumen

unterschieden, muss geschlussfolgert werden, dass ein suffizientes präklinisches Management unabdingbare Voraussetzung für eine primär definitive Versorgung der Femurschaftfraktur mittels aufgebohrter Marknagelung ist.

Konsequenterweise fielen bei der kritischen Betrachtung der präklinischen bzw. präoperativen Phase der zehn Patienten mit posttraumatischen Lungenkomplikationen fünf Managementfehler auf:

1. Inadäquate Volumentherapie
2. Fehlende Oxygenierung
3. fünfmal Sekundärtransport (Zuverlegung von einem anderen Krankenhaus ohne Primärstabilisierung der Femurschaftfraktur)
4. sechsmal Primärbehandlung mittels Extension
5. dreimal primär definitive Versorgung mittels aufgebohrter Femurmarknagelung trotz präklinisch insuffizienter Versorgung

Gehen wir davon aus, dass in jedem Krankenhaus der diensthabende Chirurg in der Akut- oder Reanimationsphase (1. – 3. Stunde) die womöglich lebensrettenden Sofortoperationen durchführen können muss, so ist ein Sekundärtransport - aus welchen Gründen auch immer - ohne Primärstabilisierung der Femurschaftfraktur mittels Fixateur externe nicht vertretbar. Leider zeigt der klinische Alltag, dass sekundär transportierte Patienten oft insuffizient primär versorgt sind und / oder während des Transports eine therapeutische Lücke entsteht und sie deshalb in einem kritischen Zustand die weiterbehandelnde Klinik erreichen (**23**, 818 – 817; **111**, 285 – 291; **144**, 113).

Die Primärbehandlung der Femurschaftfraktur mittels Extension ist vor allem bei Mehrfachverletzten obsolet, da zum einen systemische Belastungen beschrieben werden (**107**, 110 – 116; **126**, 283 – 295; **159**, 157), und zum anderen Körperpflege und physikalische / physiotherapeutische Maßnahmen in ihrer Ausführung erheblich eingeschränkt und sehr schmerzhaft sind.

Wenn schon keine primär definitive Versorgung der Femurschaftfraktur möglich ist, so muss die Fraktur mittels Fixateur externe primär stabilisiert werden (**62**, 43 – 54; **122**, 377; **154**, 149 – 168).

Die primär definitive Versorgung einer Femurschaftfraktur mittels aufgebohrter Marknagelung trotz präoperativ kritischem Zustand aufgrund Unterschätzung der Verletzungsschwere und somit inadäquater Notfalltherapie oder initial schwerem Verletzungsschweremuster mit akut lebensbedrohlichen Schädigungen ist auf Grund der vorliegenden Erkenntnisse nicht vertretbar (**28**, 78 – 87; **76**, 215 – 222; **151**, 455 – 463; **156**, 73 – 81).

4.2. der Literatur bezüglich systemischer Entzündungsreaktion

Die sich dem Trauma anschließende systemische Entzündungsreaktion ist mittlerweile in ihren einzelnen Funktionseinheiten wissenschaftlich fundiert untersucht (**9**, 704 – 705; **28**, 520 – 527; **30**, 60 – 68; **31**, 27 – 35; **32**, 1066 – 1070; **35**, 239 – 246; **55**, 84 – 94; **86**, 183 – 197; **119**, 53 – 59; **161**, 37 – 42).

Mehrere Studien belegen, dass der traumatisch – hämorrhagische Schock systemisch durch einen exzessiven Gewebeuntergang mit Freisetzung zahlreicher humoraler und zellulärer Mediatoren, hypovolämische Makro- und Mikrozirkulationsstörungen, Hypoxie und im Rahmen der Schockfolgereaktionen durch Einschwemmung bakterieller Toxine – vor allem durch enterale Translokation – gekennzeichnet ist (**17**, 207 – 220; **29**, 775 – 787; **36**, 107 – 123; **40**, 63 – 71; **49**, 77 – 91; **70**, 1146 – 1149; **99**, 314 – 320; **101**, 487 – 497; **102**, 1020 – 1029; **105**, 239 – 257; **116**, 94 – 108; **119**, 53 – 59; **120**, 137 – 180; **124**, 225 – 228; **135**, 775 – 782; **142**, 26 – 36).

Auch wurde die Lunge als Triggerorgan für die Funktionsstörung anderer Organe intensiver Forschungsbemühungen unterzogen.

Obertacke et al. konnten zeigen, dass bei Vorliegen einer Mehrfachverletzung und / oder eines traumatisch - hämorrhagischen Schocks zwei Schädigungen die Lunge treffen: zum einen unmittelbar die Kontusion und / oder zum anderen die systemisch inflammatorische Reaktion. In beiden Fällen oder in Kombination kommt es in beiden Lungenflügeln zur Schädigung der Gefäßpermeabilität mit Erhöhung der pulmonal-interstitiellen PMN (polymorphkernige Makrophagen) – Konzentration, alveolär – interstitiellem Ödem, Aktivierung der Komplement- und Gerinnungskaskaden, sowie konsekutiven Surfactant – Funktionsverlust (**81**, 1 – 91; **115**, 1045 – 1049; **118**, 3 – 16; **163**, 61 – 71).

Die letzte interessante Arbeit zu diesem Thema beschreibt, dass die inflammatorische Antwort des Körpers auf eine exogene Noxe (z. B. Trauma) nicht in jedem Individuum gleichförmig abläuft, sondern durch eine genetisch determinierte Fähigkeit hohe oder niedrige Mengen an Mediatoren auszuschütten beeinflusst wird (67, 207 – 214).

Trotz dieser intensiven Forschungsbemühungen gibt es bisher kein Therapeutikum, welches die Autodynamik der posttraumatischen, pathophysiologischen Abläufe zu stoppen vermag, wenn erst einmal der Punkt des rechtzeitigen therapeutischen Einschreitens – Stichwort „golden hour in shock“ - überschritten ist (I, 56 – 58).

Im Gegenteil wird die Kritik lauter, dass das bisher angewandte therapeutische Konzept einer autodestruktiven überschießenden proinflammatorischen Reaktion eine Sackgasse darstellt, da es das redundante System des Zytokinnetzwerks ignoriert und somit der Ansatz einer Neutralisierung eines einzelnen Mediators derzeit eine Manipulation an einem nicht überschaubaren Mediatorensystem darstellt, deren Folgen nicht absehbar sind und möglicherweise sogar zur Gefährdung des Patienten führen können (68, 903 – 907).

4.3. der Literatur bezüglich des Thoraxtraumas

Ein Unsicherheitsfaktor bleibt das kombinierte Thoraxtrauma und hier hauptsächlich mit Lungenparenchymschädigung – Stichwort Lungenkontusion.

Es ist erwiesen, dass eine Lungenkontusion lokal pulmonal und extrapulmonal die Kaskaden der systemischen Entzündungsreaktion auslöst.

Die lokal pulmonale Reaktion betrifft nicht nur die Kontusionszonen bzw. perifokale Region sondern tierexperimentell nachgewiesen im Zeitraum der ersten 8 bis 12 Stunden nach Trauma auch die primär unverletzte kontralaterale Lunge.

Aufgrund des vollständig in tiefer Narkose und ohne Zusatzschäden abgelaufenen Studienprotokolls sind die erhaltenen Ergebnisse ursächlich auf die Lungenkontusion zurückzuführen (81, 1 – 91).

Der Grad der inflammatorischen Reaktion ist unmittelbar nach Trauma nicht hinreichend abzuschätzen (80, 142 – 149).

Die frühe Diagnosestellung einer Lungenkontusion ist somit schwierig, zumal neben der Oxygenierung auch das initiale Thoraxröntgenbild nicht wesentlich verändert ist (**45**, 529 – 532; **53**, 249 – 253; **98**, 20 - 26).

Es empfiehlt sich daher routinemäßig bei Mehrfachverletzten – vorausgesetzt stabile Vitalparameter – die primäre Durchführung eines CT-Thorax, um das tatsächliche Ausmaß einer Lungenschädigung darzustellen (**7**, 117 – 131; **39**, 44 – 51; **145**, 244 – 258; **153**, 871 – 890).

Auch wird empfohlen bei Unklarheit über das Vorhandensein oder den Schweregrad einer Lungenparenchymschädigung einen pulmonalarteriellen Katheder zu legen, um ein kontinuierliches Monitoring des pulmonal-arteriellen Druckes durchführen zu können (**94**, 104 – 105; **133**, 409 – 418).

Ebenso scheint die Bronchoskopie und die broncheo-alveoläre Lavage ein wertvolles Verfahren zu sein, um Veränderungen des Bronchialepithels vor den Veränderungen auf dem Thoraxröntgenbild zu erkennen (**80**, 142 – 149; **100**, 22 – 30).

4.4. der Verantwortung des Notarztes

Das Unfallrettungskonzept der flächendeckend organisierten NAW – Systeme in Deutschland steht seit seinem Beginn an unter der Prämisse der notärztlichen Versorgung des Unfallverletzten beginnend am Unfallort – Stichwort „stabilisation in field“ (**14**, 504 – 509; **48**, 8 – 13). Kirschner hatte dieses Konzept schon 1938 vorgestellt (**54**, 713 – 717)

Dieses Vorgehen hat sich gegenüber dem Konzept des „scoop and run“ mit Bevorzugung der Transportschnelligkeit vor der Therapie (**128**, 65 – 68) bewährt.

Da kausale Therapieansätze zur Hemmung der einmal in Gang gebrachten posttraumatischen generalisierten Entzündungsreaktion fehlen, müssen am Unfallort beginnend im Rahmen der „golden hour in shock“ - durchschnittliche Rettungszeit in unserem Patientenkollektiv 37 Minuten – alle prophylaktischen und symptomatischen Maßnahmen voll ausgeschöpft werden, die einer Autodynamisierung des traumatisch-hämorrhagischen Schockgeschehens entgegen wirken: (**51**, 2 – 10; **64**, 442 – 446; **135**, 775 – 782; **138**, 631 – 640; **160**, 59 – 63)
1. adäquate Volumentherapie (**8**, 2 – 18; **57**, 119 – 129; **84**, 279 – 284; **164**, 59 – 71),
2. großzügige Schmerztherapie (**129**, 89 – 94), 3. niedrige Schwelle zur Frühintubation (**7**, 117 – 131; **52**, 754 – 757; **66**, 313 – 322; **125**, 1040; **144**, 111 – 117))

Diese Schlussfolgerung mag banal erscheinen, doch hat sie aktuelle Brisanz wie neuere Publikationen beweisen, die die Suffizienz der präklinischen Versorgung untersucht haben. Diese kommen zu der ernüchternden Erkenntnis, dass trotz gesetzlicher Regelung der Qualifikation des Notarztes mit entsprechenden Fortbildungspflichtveranstaltungen noch erhebliche Defizite in der Erkennung und Behandlung von Verletzungsfolgen bestehen (*10*, 137 – 143; *23*, 813 – 817; *46*, 347 – 353; *47*, 138 – 142; *96*, 46 – 49; *106*, 160 – 176; *111*, 285 – 291).

Es gilt an dieser Stelle noch einmal festzustellen, dass schon die isolierte Femurschaftfraktur das Potential zum traumatisch - hämorrhagischen Schock mit all den geschilderten Konsequenzen in sich birgt.

Im gleichen Atemzug muss auch der „quasi – stabile“ bzw. „borderline“ – Patient erwähnt werden, der in der präklinischen Phase keinerlei Schocksymptomatik zeigt, dessen klinischer Zustand sich jedoch mit dramatischer Rasanz verschlechtern kann (*95*, 861 – 869; *111*, 285 – 291).

Der Notarzt muss aufgrund des Unfallherganges (z B. Hochrasanztrauma) und der Verletzungskombination (z B. Femurschaftfraktur und Thoraxtrauma) auch bei „quasi – stabilem“ Zustand des Verunfallten eine adäquate Notfalltherapie einleiten, d.h. unter anderem auch die Hemmung überwinden, einen ansprechbaren Patienten zu intubieren – Stichwort Frühintubation (*144*, 111 – 117; *145*, 244 – 258).

4.5. der Literatur bezüglich der Marknagelung bei Femurschaftfrakturen

Grundsätzlich ist die intramedulläre Stabilisierung der Femurschaftfraktur aus Gründen der Biomechanik, des minimal invasiven Zuganges sowie der in der Regel rasch möglichen Belastbarkeit der verletzten Extremität der Plattenosteosynthese oder dem Fixateur externe vorzuziehen (*11*, 5; *33*, 255 – 261; *127*, 872 – 876; *147*, 139 – 143).

Jedoch wurde über schwere Lungenkomplikationen bis hin zu Todesfällen nach aufgebohrter Femurmarknagelung berichtet (*6*, 808 – 810; *26*, 261 – 263; *84*, 279 – 284; *123*, 273 – 278).

Dies führte zu intensiver Ursachenforschung. In mehreren Arbeiten wurde die Embolisation von Knochenmarkfettpartikeln beim Aufbohren der Markhöhle sowie beim Einschlagen des

Marknagels nachgewiesen, welche unmittelbar zu einem Abfall des Oxygenierungsvermögens der Lunge führte (**156**, 73 – 81; **165**, 202 – 207).

Dieser Abfall wurde bei stabilen Vitalparametern und isolierter Femurschaftfraktur innerhalb kurzer Zeit völlig kompensiert, wohingegen bei instabilen Vitalparametern eine prolongierte Lungenfunktionsschädigung bis hin zum akuten Lungenversagen eintrat (**61**, 70 – 77; **87**, 574 - -581; **91**, 164 - -172; **155**, 101; **166**, 249 – 254).

Dies führte zu der Hypothese, dass neben der Knochenmarkseinschwemmung Kofaktoren vorhanden sein müssen, die zur Lungenschädigung führen **Q2**, 315 – 319; **61**, 70 – 77; **159**, 151 – 163).

So wurde die Auswirkung einer Embolisation mit Neutralfett experimentell im Zeitverlauf untersucht und man kam zu der Erkenntnis, dass bei verminderter Lungenperfusion und bei hämorrhagischem Schock durch gesteigerte katecholaminbedingte lokale Hydrolyse erhöhte Konzentrationen freier Fettsäuren nachweisbar sind, welche zu einer Schädigung des Lungenkapillarenendothels und nachfolgender Ausbildung eines Permeabilitätsschadens führen (**3**, 577 - 586).

Die Störung der Surfactant-Produktion wurde ebenfalls durch direkt toxischen Effekt freier Fettsäuren erklärt (**5**, 12; **34**, 668; **69**, 968 – 972).

Weitere Arbeiten bewiesen die additive Potenz der Knochenmarkseinschwemmung und der Kaskaden der systemischen Entzündungsreaktion (**78**, 55 – 58; **89**, 21 – 28; **166**, 249 – 254).

Konsequenterweise wurde deshalb die Strategie vertreten, in dieser Situation primär einen Fixateur externe anzulegen, um dann sekundär definitiv eine Marknagelosteosynthese durchzuführen (**73**, 259 – 265; **88**, 540 – 548; **90**, 82 – 103; **134**, 325 – 327; **136**, 197 – 204).

Als zusätzliches Argument wurde die nachgewiesene einer Entzündungsreaktion gleichende Homöostasestörung durch einen operativen Eingriff hinzugefügt, welche den schon durch das Trauma vorgeschädigten Organismus zusätzlich belastet (**75**, 171 – 175; **151**, 455 – 463).

Diese Studien haben jedoch einen Schwachpunkt: Sie lassen offen, wie das präklinische Management bei den betroffenen Patienten ablief, ob sie vom NA/ohne NA,

kreislaufstabil/kreislaufinstabil, ateminsuffizient/ateminsuffizient in den Schockraum gebracht wurden.

Dieses Defizit wird vom Traumaregister der deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie aufgegriffen, welches die Mehrfachverletzten zu vier posttraumatischen Zeitpunkten erfasst: Zeitpunkt A = präklinische Phase, Zeitpunkt B = Notaufnahme, Zeitpunkt C = Intensivstation und Zeitpunkt D = Entlassung (**110**, 230 – 239)

Als herausragende Prädiktorvariablen haben sich das Alter (**16**, 126 – 130; **19**, 1278 – 1282), der Glasgow Coma Scale (**140**, 81 – 84), der Injury Severity Score (**4**, 187 – 196), der Base – Excess (**15**, 708 – 711; **24**, 473 – 476; **108**, 280 – 283) und der Quick – Wert (**63**, 683 – 689; **97**, 687 – 688) herauskristallisiert.

Die Analyse unseres Patientenkollektivs zeigt, dass durch im Durchschnitt betrachtet adäquate präklinische Versorgung (aggressive Volumensubstitution, niedrige Schwelle zur Frühintubation) die Versorgungsstrategie der Femurschaftfraktur ab Übergang 1989 / 1990 dahingehend geändert wurde, in der Mehrzahl der Fälle eine primär definitive Versorgung mittels aufgebohrte Marknagelung unabhängig vom Verletzungsschweremuster durchzuführen.

Dies entspricht der Empfehlung von Wozasek, der bei Mehrfachverletzten auch mit Thoraxtrauma die primär definitive aufgebohrte Femurmarknagelung für ein vertretbares Therapiekonzept hält unter der Voraussetzung, dass der traumatisch-hämorrhagische Schockzustand verhindert oder rechtzeitig erkannt und korrigiert wurde und die Lungenfunktion im Rahmen der Akutbehandlung (präklinisch und im Schockraum) mit den zur Verfügung stehenden Intensivmaßnahmen stabilisierbar ist und stabil bleibt (**164**, 69).

1995 wurde im Klinikum Passau der aufgebohrte AO-Universal-Femurnagel in der Akutversorgung durch den ungebohrten Femurnagel (UFN) ersetzt, nachdem dieser sich in der klinischen Erprobungsphase bewährt hatte (**58**, 549 – 567).

Bei der unaufgebohrten Femurmarknagelung wurde, wenn auch wesentlich geringer als bei der aufgebohrten Technik, ebenso eine Erhöhung des intramedullären Druckes mit entsprechender Knochenmarkeinschwemmung nachgewiesen (**42**, 104 – 113; **43**, 899 – 907).

Mehrere prospektiv angelegte randomisierte und klinische Untersuchungen zeigen aber, dass bei der unaufgebohrten im Gegensatz zur aufgebohrten Femurmarknagelung weder ein signifikanter Anstieg des pulmonal-arteriellen Drucks noch eine transiente Verschlechterung der Lungenfunktion nachweisbar sind (59, 196 – 203; 87, 574 – 581; 92, 191 – 196).

Ergänzend muss noch die retrograde Technik der Femurmarknagelung erwähnt werden, die zum einen schon in der aufgebohrten Form eine geringere Knochenmarkeinschwemmung bedingt und zum anderen bei kombinierter Körperhöhlenverletzung paralleles Operieren mit entsprechendem Zeitgewinn zulässt (71, 315 – 319; 85, 464 – 468; 148, 26 – 30).

Es steht außer Frage, dass sich mit der unaufgebohrten Femurmarknagelung das Indikationsspektrum zur primär definitiven intramedullären Stabilisierung des Femur mit all seinen Vorteilen erweitert (59, 196 – 203; 94, 106).

4.6. eines Behandlungskonzeptes für die Femurschaftfraktur

Die bisherige Diskussion zeigt, dass die Indikationsstellung zur primär definitiven Marknagelung einer traumatischen Femurschaftfraktur als *conditio sine qua non* ein optimales präklinisches Management in der „golden hour in shock“ und eine subtile Überprüfung der Kofaktoren für ein erhöhtes Risiko für systemische Komplikationen (vor allem pulmonal) verlangt.

Bei stabilen Kreislaufverhältnissen (ohne Katecholamingabe), stabiler Atemfunktion, kontinuierlicher Diurese und im Normbereich liegender Gerinnungsparameter ist beim normothermen Patienten die primär definitive Versorgung der Femurschaftfraktur mittels Marknagelung die Methode der Wahl.

Ist der Patient respiratorisch labil jedoch kreislaufstabil, so sollte die Plattenosteosynthese am besten in Form der durchgeschobenen Technik als elastische Überbrückungsosteosynthese durchgeführt werden (44, 877 – 879). Bei diesem Vorgehen entfällt durch die primär definitive Plattenosteosynthese der ansonsten notwendige Zweiteingriff (121, 949 – 956).

Die allein durch den Eingriff bedingte postoperative Homöostasestörung ist nachgewiesenermaßen bei der Femurmarknagelung egal ob aufgebohrt oder unaufgebohrt und bei der Plattenosteosynthese des Femur annähernd gleich (*151*, 455 – 463).

Beim Mehrfachverletzten in kritischem Zustand bzw. mit schwerem Thoraxtrauma (AIS Thorax > 4) sollte die Femurschaftfraktur primär mit einem Fixateur externe stabilisiert werden. Die sekundär definitive Stabilisierung erfolgt dann im Intervall nach Konsolidierung der Vitalparameter bzw. Organfunktionsstörungen meist in Form der Marknagelosteosynthese (*94*, 106; *154*, 149 – 168).

Wird dieses Konzept nicht eingehalten, so besteht die große Gefahr systemischer Funktionsstörungen; v. a. der Lunge als Triggerorgan (*94*, 78 – 87; *155*, 101; *158*, 277 – 284; *166*, 249 – 254).

Es gibt auch Autoren, die nach wie vor bei Mehrfachverletzung außer in kritischem Zustand und egal ob mit oder ohne Thoraxtrauma die primär definitive Plattenosteosynthese des Femur empfehlen. Zum einen führen sie als Argument an, dass bei der Plattenosteosynthese keine pulmonale Belastung nachweisbar ist, zum anderen konnten sie in einer retrospektiven Untersuchung zeigen, dass 71 % ihres Kollektivs der klinischen Entität „Mehrfachverletzung mit Femurschaftfraktur“ den Vorteil „Frühbelastbarkeit von Marknagelosteosynthesen“ nicht nutzen konnten (*79*, 769 – 774).

Zusammenfassend muss betont werden, dass bei Femurschaftfrakturen sämtliche Verfahren – aufgebohrte / unaufgebohrte Marknagelung, Plattenosteosynthese, sekundäre Marknagelung nach Primärstabilisierung mittels Fixateur externe – zur Verfügung stehen.

Die Indikationsstellung sollte individuell den Erfordernissen der jeweiligen Fraktur, dem Verletzungsmuster und dem Allgemeinzustand des Patienten angepasst werden.

5.

Zusammenfassung

Aus der Analyse des Patientenkollektivs mit traumatischer Femurschaftfraktur und dessen Versorgung im Zeitraum 1985 – 1994 im Klinikum Passau sowie der vorliegenden Literatur ergeben sich folgende Erkenntnisse:

- In allen Verletzungsschweregruppen kristallisierte sich ab Übergang 1989 / 1990 die Tendenz heraus, operationsstrategisch vom davor vorherrschenden Prinzip der Sekundärversorgung auf die primär definitiv Versorgung, in fast allen Fällen mit aufgebohrter Marknagelosteosynthese, umzusteigen.
- Was die präklinische Volumensubstitutionstherapie anbelangt, konnte in allen Verletzungsschweregruppen ab Übergang 1989 / 1990 eine durchschnittlich deutlich aggressivere Therapie nachgewiesen werden.
- Dasselbe gilt für die Frühintubation bei Mehrfachverletzten.
- Die festgestellte Tendenz zu aggressiverer Volumensubstitutionstherapie und Frühintubation erklärt den Wandel zu vorwiegend primär definitiver Femurschaftfrakturversorgung mittels aufgebohrter Marknagelosteosynthese aufgrund schon in der präklinischen Phase besser stabilisierter Patienten.
- Bei der Analyse der 10 Patienten mit posttraumatischen Lungenkomplikationen fiel auf, dass bei allen Defizite in Bezug auf die Therapie der respiratorischen Insuffizienz sowie des Volumenverlustes bzw. – bedarfs vorlagen. Außerdem bestätigte sich, dass ein Sekundärtransport bei inadäquater Primärversorgung im akuten posttraumatischen Stadium für den Patienten eine nicht zu unterschätzende Zusatzbelastung darstellt.
- Bei den drei Patienten, die primär definitiv mittels aufgebohrter Femurmarknagelung versorgt wurden und postoperativ eine Lungenkomplikation entwickelten, war die Indikationsstellung wegen außer Acht lassen der Kofaktoren für das Risiko einer pulmonalen Komplikation falsch.
- Sowohl die Femurschaftfraktur, das Thoraxtrauma als auch der traumatisch hämorrhagische Schock und erst recht deren Kombination können eine systemische Entzündungsreaktion auslösen.
- Diese systemische Entzündungsreaktion (SIRS) ist bedingt durch Hypoperfusion, Ischämie, Hypoxie und Endotoxin und führt nach Aktivierung der vier bekannten Kaskadensysteme (Kallikrein-Kinin-, Komplement-, Gerinnungs- und Fibrinolyse-system) zur Aktivierung polymorphkerniger, neutrophiler Granulozyten (PNNL), die systemisch zirkulieren und degranulieren, Proteinase (z. B. Elastase, Sauerstoffradikale) freisetzen, das kapilläre Endothel schädigen und somit zu einer

Schädigung der mikrovaskulären Permeabilität führen, was wiederum zu einer verstärkten Proteinclearance mit konsekutiver Ausbildung eines interstitiellen Ödems in allen betroffenen Organen führt und somit schlussendlich die Organdysfunktion bzw. dessen Ausfall bedingt (MODS, MOV).

- Intramedulläre Manipulationen im Femurschaft führen zur Embolisation von Knochenmarksfett – Mikrothromben in die venöse Gefäßbahn über die diakondylären Sinusoide. Diese Fettthromben okkludieren pulmonale Kapillaren. In Kombination mit Instabilität der Vitalparameter und konsekutiv systemischer Entzündungsreaktion kommt es durch die bei der Hydrolyse der im Knochenmarksfett vorhandenen Neutralfette entstehenden freien Fettsäuren zur Schädigung des Kapillarendothels in additiver Potenz.
- Es besteht zur Zeit nicht die Möglichkeit kausal in die komplexen kaskadenartigen Abläufe der nach Dekompensation der selbstregulatorischen Fähigkeiten initiierten systemischen Entzündungsreaktion einzugreifen. Von daher muss für die Femurschaftfraktur – isoliert und erst recht in Kombination mit anderen Verletzungen (v. a. Thoraxtrauma) – der kategorische Imperativ postuliert werden, in der präklinischen Phase die prophylaktischen und symptomatischen Maßnahmen wie adäquate Volumenssubstitutionstherapie und Schmerztherapie sowie eventuell Frühintubation voll auszuschöpfen, um zum einen die Entstehung der systemischen Entzündungsreaktion zu verhindern oder zumindest abzuschwächen und zum anderen den Anteil der sogenannten „borderline“ Patienten zu verringern, die „quasi-stabil“ den Schockraum erreichen, sich dann aber mit dramatischer Rasanz verschlechtern.
- Befindet sich der Patient in einem kreislauf- und respiratorisch stabilen bzw. stabilisierten Zustand, so ist die primär definitive Marknagelosteosynthese einer Femurschaftfraktur auch bei Mehrfachverletzten mit Thoraxtrauma (AIS^{Thorax} = 4) anzustreben, um so mehr als seit Anfang der 90er Jahre der solide, unaufgebohrte Femurmarknagel (UFN) zur Verfügung steht, der aufgrund der nur einmaligen Markraummanipulation nachweislich im Gegensatz zur aufgebohrten Femurmarknagelung zum einen eine geringere Knochenmarkembolisation während der Insertion bedingt und somit zum anderen unter den davor genannten Bedingungen zu keiner transienten Verschlechterung der Lungenfunktion führt.
- In Zukunft sollten Diskussionen und Empfehlungen über die Logistik der Versorgung von Mehrfach- bzw. Schwerverletzten nur unter Berücksichtigung der präklinischen Phase und der Notaufnahme geführt bzw. abgegeben werden. Hier haben sich in einer zwischenbilanzierenden Auswertung des Traumaregisters der deutschen Gesellschaft

für Unfallchirurgie klinische beeinflussbare Prädiktorvariablen wie der Base - Excess und der Quick – Wert herauskristallisiert.

6.

Anhang

PTSS (Schädel)

GCS	Punktezahl
SHT 1° = 13 - 15	4
SHT 2° = 8 - 12	8
SHT 3° = 3 - 7	12
Mittelgesichtsfraktur	2
Schwere Mittelgesichtsfraktur	4

PTSA (Abdomen)

Milzruptur	9
Milz- und Leberruptur	13 (18)
Leberruptur (ausgedehnt)	13 (18)
Darm, Mesenterium, Niere, Pankreas	9

PTSE (Extremitäten)

Zentraler Hüftverrenkungsbruch	12
Oberschenkelfraktur einfach	8
Oberschenkelstück-, trümmerfraktur	12
Unterschenkelfraktur	4
Knieband, Patella, Unterarm, Ellbogen, Sprunggelenk	2
Oberarm, Schulter	4
Gefäßverletzung oberhalb Ellbogen bzw. Kniegelenk	8
Gefäßverletzung unterhalb Ellbogen bzw. Kniegelenk	4
Oberschenkel-, Oberarmamputation	12
Unterarm-, Unterschenkelamputation	8
Je offene 2°- und 3° - Fraktur	4
Große Weichteilquetschung	2

PTST (Thorax)

Sternum, Rippenfrakturen (1 – 3)	2
Rippenserienfrakturen	5
Rippenserienfrakturen beidseits	10
Hämato-, Pneumothorax	2
Lungenkontusion	7
Lungenkontusion beidseitig	9
Instabiler Thorax zusätzlich	3
Aortenruptur	7

PTSB (Becken)

Einfache Beckenfraktur	3
Kombinierte Beckenfraktur	9
Becken- und Urogenitalverletzung	12
Wirbelbruch	3
Wirbelbruch / Querschnitt	3
Beckenquetschung	15

Alter	Punktezahl
0 – 9	0
10 - 19	0
20 – 29	0
30 – 39	0
40 – 49	1
50 – 54	2
55 – 59	3
60 – 64	5
65 – 69	8
70 – 74	13
75 -	21

PTS – Gruppierung:

Gruppe	Punktezahl
I	1 – 11
II	12 – 30
III	31 – 49
IV	50 -

Tabelle 1

Einteilung der geschlossenen Frakturen nach Tscherne / Oestern

Grad:	Weichteilschaden	Frakturenmaß
0	Kein Weichteilschaden	Einfacher Bruch
I	Oberflächliche Schürfung oder Kontusion durch Fragmentdruck von innen	Einfache Fraktur
II	Tiefe, kontaminierte Schürfung, lokale Haut- und Muskelkontusion, drohendes Kompartmentsyndrom	Mittelschwerer Bruch
III	Ausgedehnte Hautkontusion mit Muskelzerstörung, subkutanes Decollement, manifestes Kompartmentsyndrom, Nerven- oder Gefäßverletzung	Schwierige Bruchform, evtl. Trümmerbruch

Tabelle 2

Einteilung der offenen Frakturen nach Gustilo / Anderson

Grad:	Art der Verletzung
I	Saubere Penetrationswunde < 1 cm, Minimale Muskelkontusion, Keine Quetschverletzung, Einfache Fraktur ohne Trümmerbereich
II	Hautverletzung > 1 cm ohne erheblichen Weichteilschaden, Lappenbildung oder -ausrisse, Minimale bis mäßige Gewebsquetschung, einfache Fraktur ohne Trümmerbereich
III	Ausgedehnter Weichteilschaden einschließlich Haut, muskulärer und

	neurovaskulärer Strukturen, Verletzung mit großer Krafteinwirkung und erheblicher Quetschkomponente, Trümmerbruchkomponente (eingeschlossen sind alle Segmentfrakturen, Frakturen mit Verlust von Knochengewebe, Schusswunden, traumatische Amputationen und landwirtschaftliche Verletzungen mit Verunreinigung durch Erde)
III A	Ausreichende Weichteildeckung des Knochens trotz erheblicher Weichteilverletzung und –lappenbildung, Infektionsrate 4 %, Amputationsrate 0 %
III B	Ausgedehnte Weichteilverletzung mit Abschälung des Periosts und Freilegung des Knochens, Stärkere Verunreinigung der Wunde, Infektionsrate 62 %, Amputationsrate 16 %
III C	Offene Fraktur mit behandlungsbedürftiger arterieller Verletzung, Infektionsrate 42 %, Amputationsrate 42 %

Tabelle 3

Altersverteilung		
	Anzahl	
<i>Alter</i>	<i>männlich</i>	<i>weiblich</i>
18 - 25	48	9
26 - 35	8	3
36 - 45	9	3
46 - 55	8	2
ab 56	3	11

Tabelle 4

Unfallursache		
	Anzahl	
<i>Vehikel</i>	<i>männlich</i>	<i>weiblich</i>
Motorrad	20	5
Auto	39	15
Sturz	10	10
Sonstiges	2	3

Tabelle 5

Unfallzeitpunkt	
Zeit	Anzahl
18 - 06 Uhr	73
06 - 18 Uhr	31

Tabelle 6

Frakturzonen	
Abschnitt	Anzahl
zwei Fünftel	28
drei Fünftel	50
vier Fünftel	26

Tabelle 7

AO - Frakturklassifikationen nach Müller	
Gruppe	Anzahl
A	57
B	18
C	29

Tabelle 8

geschlossene Frakturen nach Tscherne / Oestern n = 86	
Grad	Anzahl
0°	28
I°	51
II°	2
III°	5

Tabelle 9

offene Frakturen nach Gustilo / Anderson n = 18	
Grad	Anzahl
I°	6
II°	8
III°	4

Tabelle 10

Gesamtverletzungsschweregrad (PTS) n = 104		
Grad	Zeitraum 1985-1989	Zeitraum 1990-1994
PTS I	11	17
PTS II	29	21
PTS III	13	10
PTS IV	1	2

Tabelle 11

Thoraxverletzungsschweregrad (AIS) n = 46	
Gruppe	Anzahl
AIS I	6
AIS II	7
AIS III	27
AIS IV	6

Tabelle 12

Frühintubation n = 29	
Zeitraum	Anzahl
1985 - 1989	8
1990 - 1994	21

Tabelle 13

Isolierte Femurschaftfrakturen – Versorgungszeitpunkt n = 28		
Jahr	< 24 Stunden	> 24 Stunden
1985	0	4
1986	0	0
1987	1	0
1988	1	1
1989	3	1
1990	2	0
1991	3	1
1992	4	2
1993	2	1
1994	2	0

Tabelle 14

Isolierte Femurschaftfrakturen - Versorgungsmethode		
Methode	primär definitiv	sekundär definitiv
Marknagelung	17	10
Platte	1	0
Fixateur externe	0	0

Tabelle 15

Femurschaftfrakturen ohne Thoraxtrauma plus Begleitverletzungen -Versorgungszeitpunkt n = 30		
Jahr	< 24 Stunden	> 24 Stunden
1985	0	4
1986	0	4
1987	0	3
1988	2	2
1989	1	0
1990	2	1
1991	5	1
1992	2	0
1993	0	0
1994	3	0

Tabelle 16

Femurschaftfrakturen ohne Thoraxtrauma plus Begleitverletzungen - Versorgungsmethode		
Methode	primär definitiv	sekundär definitiv
Marknagelung	13	14
Platte	1	1
Fixateur externe	1	0

Tabelle 17

Femurschaftfrakturen mit isoliertem Thoraxtrauma - Versorgungsmethode		
Methode	primär definitiv	sekundär definitiv
Marknagelung	2	3
Platte	0	1
Fixateur externe	0	0

Tabelle 18

Femurschaftfrakturen plus Thoraxtrauma plus Begleitverletzungen – Versorgungszeitpunkt n = 40		
Jahr	< 24 Stunden	> 24 Stunden
1985	0	4
1986	0	2
1987	5	2
1988	1	2
1989	6	1
1990	5	1
1991	2	0
1992	2	0
1993	3	0
1994	4	0

Tabelle 19

Femurschaftfrakturen plus Thoraxtrauma plus Begleitverletzungen - Versorgungsmethode		
Methode	primär definitiv	sekundär definitiv
Marknagelung	20	9
Platte	8	3
Fixateur externe	0	0

Tabelle 20

Femurschaftfrakturen insgesamt - Versorgungszeitpunkt n = 104		
Jahr	< 24 Stunden	> 24 Stunden
1985	0	12
1986	0	7
1987	6	6
1988	4	6
1989	11	2
1990	10	2
1991	10	3
1992	8	2
1993	5	1
1994	9	0

Tabelle 21

Femurschaftfrakturen insgesamt - Versorgungsmethode	
Methode	Anzahl
Marknagelung	88
Platte	15
Fixateur externe	1

Tabelle 22

7.

Literaturverzeichnis

1. Abraham E., Marshall J. Sepsis and mediator – directed therapy: rethinking the target populations. *Mol Med Today* 5 (1999) 56 – 58
2. Arbeitsgemeinschaft “Scoring” der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie. Das Traumaregister der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie. *Unfallchirurg* 97 (1994) 230 - 237
3. Baker P. L., Kuenzig M. C., Peltier L. F. Experimental fat embolism in dogs. *J Trauma* 9 (1969) 577 – 586
4. Baker S. P., O’Neill B., Hadon W., Long W. B. Injury Severity Score, a method for describing patients with multiple injury and evaluating emergency care. *J Trauma* 14 (1974) 187 – 196
5. Balk R. A., Jacobs R. F., Tryka R. F., Townsed J. W., Walls R. C., Bone R. C. Effects of ibuprofene on neutrophile function and acute lung injury in canine shock. *Crit Care Med* 16 (1988) 12
6. Bäumer F., Hörl M., Imhof M. Akute pulmonale Komplikationen nach Femurmarknagelung bei polytraumatisierten Patienten. *Chirurg* 60 (1989) 808 – 810
7. Bardenheuer M., Carlsson J., Tebbe U., Sturm J. Das stumpfe Thoraxtrauma. *Notfall- & Rettungsmedizin* 1 (1999) 117 - 131
8. Becker T., Kawalla G., Hubrich V., Schmidt U., Tscherne H. Der Stellenwert eines weitlumigen Infusionssystems bei schwer Polytraumatisierten. *Rettungsdienst* (1995) 2 – 18
9. Biberthaler P. 5th World Congress on Trauma, Shock, Inflammation and Sepsis. Pathophysiology, Immune Consequences and Therapy. *Unfallchirurg* 103 (2000) 704 - 705
10. Biewener A., Holch M., Müller U., Veitinger A., Erfurt C., Zwipp H. Einfluss von logistischem und medizinischem Rettungsaufwand auf die Letalität nach schwerem Trauma. *Unfallchirurg* 103 (2000) 137 – 143
11. Boestmann O., Varjonen L., Vainionpää S. Incidence of local complications after intramedullary nailing and after plate fixation of femoral shaft fractures. *J Trauma* 29 (1989) 5
12. Bone J. B., Johnson K. D., Weigelt J., Scheinberg R. Early versus delayed stabilization of femoral fractures. *J Bone Joint Surg Am* 71 (1989) 336
13. Bone L. B., Mc. Namara K., Shine B., Border J. Mortality in multiple trauma patients with fractures. *J Trauma* 37 (1994) 262

14. Border J., Lewis F., Aprahamian C., Haller J., Jacobs L., Luterman A. Panel: Prehospital trauma care – stabilize or scoop and run. *J Trauma* 23 (1983) 708 – 711
15. Botha A., Moore F., Moore E., Peterson V., Goode A. Base deficit after major trauma directly relates to neutrophil CD 11b expression: a proposed mechanism of shock – induced organ injury. *Int Care Med* 23 (1997) 504 - 509
16. Broos P., D’Hoore A., Vanderschot P., Rommens P. M., Stappaerts K. Multiple trauma in patients of 65 and over – Injury patterns – Factors influencing outcome – The importance of an aggressive care. *Acta Chir Belg* 93 (1993) 126 - 130
17. Bühren V. Pathophysiologie des Schocks. *Unfallchirurg* 99 (1996) 207 - 220
18. Carash W. E., Fabian T. C., Croce M. A. Delayed surgical fixation of femur fractures is a risk factor for pulmonary failure independent of thoracic trauma. *J Trauma* 37 (1994) 667 – 672
19. Champion H. R., Copes W. S., Buyer D., Flanagan M. E., Bain L., Sacco W. J. Major trauma in geriatric patients. *Am J Public Health* 79 (1989) 1278 - 1282
20. Civil I. D., Schwab C. W. The abbreviated injury scale, 1985 revision: a condensed chart for clinical use. *J Trauma* 28 (1988) 87 – 90
21. Cominittee on Medical Aspects of Automotive Safety Rating the severity of tissue damage. The abbreviated scale. *JAMA* 215 (1971) 277 – 280
22. Copeland C., Mitchell A., Brumback J., Gens R., Burgess R. Mortality in patients with bilateral femoral fractures. *J Orthop Trauma* 12 (1998) 315 - 319
23. Davis J. W., Hoyt D. B., Mc. Ardle M. S., Mackersie R. C., Shackford S. R., Eastman A. B. The significance of critical care errors in causing preventable death in trauma patients in a trauma system. *J Trauma* 31 (1991) 813 – 817
24. Davis J. W., Shackford S., Holbrook T. Base deficit as a sensitive indicator of compensated shock and tissue oxygen utilization. *Surg Gynecol Obstet* 173 (1991) 473 - 476
25. DuWayne A. C., Rodman G. H., Kaehr D., Hage J., Misinski M. Femur fractures in chest-injured patients: Is reaming contraindicated? *J Orthop Trauma* 12 (1998) 164 - 168
26. Ecke H., Faupel L. Allgemeine Komplikationen nach Operationen an Oberschenkel-schaft und Behandlungsergebnisse. *Hefte Unfallheilk* 182 (1986) 261 – 263
27. Ertel W., Trentz O. The integrated approach to trauma care, the first 24 hours. Causes of shock in the severely traumatized patient: Emergency treatment. In: *Update in Intensive Care and Emergency Medicine*, Goris R.J.A., Trentz O. (Hrsg.), Springer, Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo, 1995, 78 – 87

28. Ertel W., Keel M., Marty D., Hoop R., Safret A., Stocker R., Trentz O. Die Bedeutung der Ganzkörperinflammation bei 1278 Traumapatienten. *Unfallchirurg* 101 (1998) 520 - 527
29. Faist E., Baue A. E., Dittmer H. Multiple organ failure in polytrauma patients. *J Trauma* 23 (1983) 775 – 787
30. Faist E., Storck M, Ertel W. Immunologische Konsequenzen des Traumas. Cytokine als Mediatoren der traumainduzierten immunologischen Defekte. *Hefte Unfallheilk* 212 (1990) 60 – 68
31. Faist E. Horror autotoxicus – oder das Ende eines Gleichgewichts. *Aspekte* 3 (1995) 27 - 35
32. Faist E. Immunologie bei Schwerverletzten. *Chirurg* 68 (1997) 1066 - 1070
33. Fakhry S. M., Rutledge R., Dahners L. E., Kessler D. Incidence, management and outcome of femoral shaft fracture. A statewide population based analysis of 2805 adult patients in a rural state. *J Trauma* 37 (1994) 255 - 261
34. Fonte D.A., Hausberger F. X. Pulmonary free fatty acids in experimental fat embolism. *J Trauma* 11 (1971) 668
35. Friedl H. P., Trentz O. Pathophysiologie der inflammatorischen Akutphasenreaktion. *Hefte Unfallheilk* 220 (1991) 239 - 246
36. Fry D. E. Multiple system organ failure. *Surg Clin North Am* 68 (1988) 107 – 123
37. Gebhard F., Liener U. C., Obertacke U., Morganti-Kossmann M. C., Brückner U. B., Kinzl L. Neue Wege in der Polytraumaforschung. Ergebnisse einer Arbeitstagung auf Schloss Reisenburg 27./28.02.2000. *Unfallchirurg* 104 (2001) 365 – 368
38. Goris R. J. A., Gimbere J. S. F., van Niekkerk J. L. M. Early osteosynthesis and prophylactic mechanical ventilation in multitrauma patients. *J Trauma* 22 (1982) 895 – 903
39. Grieser D., Bühne K. H., Hauser H., Bohndorf K. Relevanz der Befunde von Thoraxröntgen und Thorax-CT im routinemäßigen Schockraumeinsatz bei 102 polytraumatisierten Patienten. Eine prospektive Studie. *Fortschr Röntgenstr* 173 (2001) 44 - 51
40. Grotz M., Regel G., Dwenger A., Pape H. C., Hainer C., Vastu R., Tscherne H. Ein standardisiertes Großtiermodell zum Multiorganversagen nach schwerem Trauma. *Unfallchirurg* 98 (1995) 63 - 71
41. Gustilo D., Anderson I. P. Prevention of infection in the treatment of 1025 open fractures of long bones. *J Bone Joint Surg:* (1976) 453 – 458

42. Heim D. Experimentelle Ergebnisse des intraossaren Druckes (IOD) bei verschiedenen operativen Eingriffen an langen Röhrenknochen. *Orthopäde* 24 (1995) 104 – 113
43. Heim D., Regazzoni P., Tsakiris D. Intramedullary nailing and pulmonary embolism: does unreamed nailing prevent embolization? An in vivo study rabbits. *J Trauma* 386 (1995) 899 – 907
44. Heitemeyer U., Hierholzer G. Die Stabilisierung komplexer Femurfrakturen in der Technik der überbrückenden Plattenosteosynthese. *Hefte Z Unfallchir* 230 (1993) 877 – 879
45. Hekir M., Hollands M., Deane S. The accuracy of the first chest X – ray in the trauma patient. *Aust NZ J Surg* 60 (1990) 529 - 532
46. Helm M., Hanke J., Sauermüller G., Lampe L., Bock K. Zur Qualität notärztlicher Beatmung. *Unfallchirurg* 102 (1999) 347 - 353
47. Hörting H. Differenzierte Beatmung spezieller Notfälle im Notarztdienst - eine Übersicht. *Notarzt* 6 (1990) 138 – 142
48. Jacobs L., Sinclair A., Beiser A., D'Agostino R. Prehospital advanced life support: benefits in trauma. *J Trauma* 24 (1984) 8 - 13
49. Jochum M. Mediatoren der akuten Entzündung und Proteinaseinhibitorthherapie bei Polytrauma. *Hefte Z Unfallchir* 253 (1996) 77 –91
50. Johnson K. D., Cadambi A., Seibert G. B. Incidence of adult respiratory distress syndrome in patients with multiple musculoskeletal injuries: effect of early operative stabilization of fractures. *J Trauma* 25 (1985) 375 – 384
51. Kalbe P., Kant C.-J. Erstmaßnahmen am Unfallort aus der Sicht des Unfallchirurgen. *Orthopädie* 17 (1988) 2 – 10
52. Kantartzis M., Varney M., Granetzny A., Schulte H. D. Polytrauma und stumpfes Thoraxtrauma. *Langenbecks Arch Chir Suppl* (1994) 754 - 757
53. Kiev J., Kerslein N. Role of three hour roentgenogram of the chest in penetrating and nonpenetrating injuries of the chest. *Surg Gyn Obstet* 175 (1992) 249 – 253
54. Kirschner M. Die fahrbare chirurgische Klinik. *Chirurg* 10 (1938) 713 - 717
55. Koj A. Initiation of acute phase response and synthesis of cytokines. *Biochim Biophys Acta* 1317 (1997) 84 - 94
56. Kossmann T, Trentz O. Marknagelung bei geschlossenen Oberschenkelfrakturen. *Orthopäde* 25 (1996) 207 – 215
57. Kreimeier U., Prückner S. Volumentherapie bei Hypovolämie und Schock. *Notfall- & Rettungsmedizin* 1 (1998) 119 - 129

58. Krettek C., Schulte-Eistrup S., Schandelmaier P., Rudolf J., Tscherne H. Osteosynthese von Femurschaftfrakturen mit dem unaufgebohrten AO-Femurnagel (UFN). Operative Technik und erste klinische Ergebnisse mit Standardverriegelung. Unfallchirurg 97 (1994) 549 – 567
59. Kröpfl A., Naglik H., Niederwieser B., Hertz H. Unaufgebohrte Oberschenkelmarknagelung – Ein neues Therapiekonzept. Osteo Int 3 (1995) 196 – 203
60. Kröpfl A., Berger U., Neureiter H., Hertz H., Schlag G. Intramedullärer Druck, Knochenmarksfettintrasation und Lungenfunktion bei der ungebohrten Femurmarknagelung. Swiss Surgery 2 (1996) 23
61. Kröpfl A., Berger U., Neureiter H., Hertz H., Schlag G. Klinische Relevanz der Druckerhöhung im Femurmarkraum. In: Die Markraum-Osteosynthese, Gahr R. H., Krämer H. (Hrsg.), Wachholtz, 1996, 70 – 77
62. Kuderna H., Weinstabl R. Fixateur am Oberschenkel. Hefte Unfallheilk 182 (1986) 43 – 54
63. Lampl L., Helm M., Specht A., Bock K., Hartel W., Seifried E. Gerinnungsparameter als prognostische Faktoren beim Polytrauma: Können klinische Kenngrößen frühzeitig eine diagnostische Hilfestellung geben? Zentralbl Chir 119 (1994) 683 - 689
64. Lehmann U., Grotz M., Regel G., Rudolph S., Tscherne H. Hat die Initialversorgung des polytraumatisierten Patienten Einfluss auf die Ausbildung eines multiplen Organversagens? Unfallchirurg 98 (1995) 442 -. 446
65. Lehmann U., Rickels E., Krettek C. Polytrauma mit Schädelhirntrauma. Primär definitive operative Versorgung der langen Röhrenknochen? Unfallchirurg 104 (2001) 196 - 209
66. Maier B. Notfallnarkose. Notfall- & Rettungsmedizin 2 (1999) 313 - 322
67. Majetschak M., Flohe S., Obertacke U. Relation of a TNF gene polymorphism to severe sepsis in trauma patients. Ann Surg 230 (1999) 207 – 214
68. Majetschak M., Obertacke U., Waydhas C., Nast-Kolb D., Schade F. Mediatorenmodulation bei Sepsis und Multiorganversagen. Unfallchirurg 103 (2000) 903 – 907
69. Mc.Namara J., Molot M., Dunn R., Burran E., Stremple J. Lipid metabolism after trauma. Role in the pathogenesis of fat embolism. J Thorac Cardiovasc Surg 63 (1972) 968 – 972
70. Milleski W. J., Winn R. K., Harlan J. M., Rice C. L. Sensitivity to endotoxin in rabbits is increased after hemorrhagic shock. J Appl Physiol 73 (1992) 1146 – 1149

71. Moed P. R., Watson J. T., Cramer K. E., Karges D. E., Teefey J. S. Unreamed retrograde intramedullary nailing of fractures of the femoral shaft. *J Orthop Trauma* 12 (1998) 315 - 319
72. Müller M. E., Allgöwer M., Schneider R., Willenegger H. *Manual der Osteosynthese*, Springer, Berlin – Heidelberg – New York, 1992
73. Nast-Kolb D., Waydhaas Ch., Jochum M., Spannagl M., Duswald K.H., Schweiberer L. Günstigster Operationszeitpunkt für die Versorgung von Femurschaftfrakturen beim Polytrauma. *Chirurg* 61 (1990) 259 – 265
74. Nast-Kolb D., Jochum M., Waydhas C., Schweiberer L. Die klinische Wertigkeit biochemischer Faktoren beim Polytrauma. *Hefte Unfallheilk* 215 (1991) 158 – 162
75. Nast-Kolb D., Waydhas Ch., Ruhland B., Schweiberer L. Operative Versorgung beim Polytrauma – ein additives Trauma im Schockgeschehen. In: *Pathogenese und Beeinflussbarkeit der katabolen Stoffwechsellage beim chirurgischen Problempatienten*, Hörl M., Bruck H.P., Kern E. (Hrsg.), Georg Thieme, Stuttgart – New York, 1992, 171 – 175
76. Nast-Kolb D., Ruchholtz S., Euler E., Waydhas C., Schweiberer L. Spätversorgung von Femur- und Beckenfrakturen zur Vermeidung des Organversagens. *Hefte Z Unfallchir* 253 (1996) 215 – 222
77. Nast-Kolb D. Marknagelung beim Polytrauma – Für und Wider der Frühversorgung. *Unfallchirurg* 100 (1997) 80 – 84
78. Nerlich M. L., Wisner D. H., Albes J., Sturm J. A. Der pulmonare Effekt von Knochenmarktfettintrasation und Endotoxinämie beim Schaf. In: *Chirurgisches Forum 1985 für experimentelle und klinische Forschung*, Stelzner F. (Hrsg.), Springer, Berlin-Heidelberg-New York, 1985, 55 – 58
79. Neudeck F., Aufmkolk M., Voggenreiter G., Oliviere L. C., Majetschak M., Obertacke U. Wieviel schwermehrfachverletzte Patienten können den biomechanischen Vorteil der Frühbelastbarkeit nach Femurmarknagelung nutzen? *Unfallchirurg* 101 (1998) 769 - 774
80. Obertacke U., Kleinschmidt C., Dresing K., Bardenheuer M., Bruch J. Wiederholbare Routinebestimmung der pulmonal-mikrovaskulären Permeabilität nach Polytrauma. *Unfallchirurg* 96 (1993) 142 – 149
81. Obertacke U., Redl H., Schlag G., Schmit-Neuerburg K. P. Lokale und systemische Reaktionen nach Lungenkontusion. *Hefte Z Unfallchir* 240 (1994) 1 – 91

82. Oestern H. J., Tscherne H., Sturm J., Nerlich M. Klassifizierung der Verletzungsschwere. Unfallchirurg 88 (1985) 465 – 472
83. Oestern H. J., Kabus K. Vergleich verschiedener Traumascoresysteme. Unfallchirurg 97 (1994) 177 -184
84. Orthner E., Hertz H., Kwasny O. Schockbehandlung vor primärer Oberschenkelmarknagelung. Hefte Unfallheilk 182 (1986) 279 – 284
85. Ostrum R. F., Di Cicco J., Lakatos R., Poka A. Retrograde intramedullary nailing of femoral diaphyseal fractures. J Orthop Trauma 12 (1998) 464 – 468
86. Pannen B., Robotham J. The acute phase response. New Horiz 3 (1995) 183 - 197
87. Pape H. C., Dwenger A., Regel G. Pulmonary damage due to intramedullary femoral nailing in severe trauma in sheep – is there an effect from different nailing methods? J Trauma 33 (1992) 574 – 581
88. Pape H. C., Aufmkolk M., Paffrath T. Primary intramedullary fixation in multiple trauma patients with associated lung contusion – a cause of post-traumatic ARDS? J Trauma 34 (1993) 540 – 548
89. Pape H. C., Dwenger A., Regel G., Schweitzer G., Remmers D., Pape D., Sturm J.A. Haemorrhagic shock, endotoxin and complement activation induce late organ failure in sheep. Theor Surg 8 (1993) 21 – 28
90. Pape H. C., Regel G., Dwenger A., Sturm J. A., Tscherne H. Influence of thoracic trauma and primary femoral intramedullary nailing on the incidence of ARDS in multiple trauma patients. Injury 24 (1993) 82 – 103
91. Pape H.-C., Remmers D., Regel G., Tscherne H. Pulmonale Komplikationen nach intramedullärer Stabilisierung langer Röhrenknochen. Orthopäde 24 (1995) 164 – 172
92. Pape H. C. Operationstrauma des unaufgebohrten Oberschenkelmarknagels aus experimenteller und klinischer Sicht. Hefte Z Unfallchir 253 (1996) 191 – 196
93. Pape H. C., Regel G., Tscherne H. Controversies regarding fracture management in the patient with multiple trauma. Curr Opin Crit Care 2 (1996) 295 – 303
94. Pape H. C. Systemische Auswirkungen der Oberschenkelmarknagelung beim Schwerverletzten: Einfluss des Verletzungsmusters, des Operationsverfahrens und –zeitpunktes. Hefte Z Unfallchir 264 (1997) 1 – 130
95. Pape H. C., Stalp M., Dahlweid M., Regel G., Tscherne H. Welche primäre Operationsdauer ist hinsichtlich eines „Borderline – Zustandes“ polytraumatisierter Patienten vertretbar? Unfallchirurg 102 (1999) 861 - 869

96. Prause G. Die Effizienz der Notfallmedizin. Österreichische Ärztezeitung 22 (2000) 46 – 49
97. Raum M., Rixen D., Holzgraefe B., Goller H., Neugebauer E., Tiling T. Blutgerinnung beim hämorrhagischen Schock: Eine tierexperimentelle Studie. Hefte Z Unfallchir 272 (1998) 687 – 688
98. Regel G., Sturm J. A., Neumann C., Bosch U., Tscherne H. Bronchoskopie der Lungenkontusion bei schweren Thoraxtrauma. Unfallchirurg 90 (1987) 20 – 26
99. Regel G., Dwenger A., Gratz K. F., Nerlich M., Sturm J. A., Tscherne H. Humorale und zelluläre Veränderungen der unspezifischen Immunabwehr nach schwerem Trauma. Unfallchirurg 92 (1989) 314 – 320
100. Regel G., Nerlich M., Dwenger A., Seidel J., Schmidt C., Sturm J. A. Induction of pulmonary injury by polymorphonuclear leucocytes after bone marrow fat injection and endotoxemia: a sheep model. Theor Surg 4 (1989) 22 – 30
101. Regel G., Sturm J. A., Pape H. C., Gratz K. F., Tscherne H. Das Multiorganversagen (MOV). Ausdruck eines generalisierten Zellschadens aller Organe nach schwerem Trauma. Unfallchirurg 94 (1991) 487 – 497
102. Regel G., Dwenger A., Schweitzer G., Sturm J.A. Das Verhalten der unspezifischen Immunabwehr nach Polytraumaurachen für die Entstehung des Multiorganversagens. Hefte Z Unfallchir 230 (1993) 1020 – 1029
103. Regel G., Lobenhoffer P., Lehmann U., Pape H.C., Pohlemann T, Tscherne H. Ergebnisse in der Behandlung Polytraumatisierter. Eine vergleichende Analyse von 3406 Fällen zwischen 1972 und 1991. Unfallchirurg 7 (1993) 350 – 362
104. Regel G., Tscherne H. Pulmonale Komplikationen nach intramedullärer Stabilisierung langer Röhrenknochen. Einfluss von Operationsverfahren, -zeitpunkt, Verletzungsmuster. Orthopäde 24 (1995) 164 – 172
105. Regel G., Grotz M., Seekamp A. Pathophysiologie. In: Traumamanagement, Tscherne H., Regel G. (Hrsg.), Springer, Berlin – Heidelberg – New York, 1997, 239 – 257
106. Regel G., Seekamp A., Pohlemann T., Schmidt U., Bauer H., Tscherne H. Muss der verunfallte Patient vor dem Notarzt geschützt werden? Unfallchirurg 101 (1998) 160 – 176
107. Riska E. B., von Bonsdorff H., Hakkinen S. et al. Prevention of fat embolism by early internal fixation of fractures in patients with multiple injuries. Injury 8 (1976) 110 – 116

108. Rixen D., Bouillon B., Neugebauer E., AG Polytrauma der DGU. Der Base Excess bei Klinikaufnahme als Indikator für posttraumatische Hämodynamik, Transfusionsbedarf und Mortalität – eine Analyse mit Hilfe des Traumaregisters der DGU. Hefte Z Unfallchir 268 (1997) 280 – 283
109. Rixen D., Raum M., Holzgraefe B., Neugebauer E., The shock & trauma study group. A big hemorrhagic shock model: oxygen debt and metabolic acidemia as indicators of severity. Shock Suppl 10 (1998) 18
110. Rixen D., Raum M., Bouillon B., Schlosser L.E., Neugebauer E. Arbeitsgemeinschaft Polytrauma der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie. Prognoseabschätzung des Schwerverletzten – Eine Analyse von 2069 Patienten des Traumaregisters der DGU, Unfallchirurg 104 (2001) 230 – 239
111. Ruchholtz S., Nast-Kolb D., Waydhas C., Betz P., Schweiberer L. Frühletalität beim Polytrauma. Eine kritische Analyse vermeidbarer Fehler. Unfallchirurg 97 (1994) 285 – 291
112. Schild H., Strunk K., Stoerkel S. Computertomographie der Lungenkontusion. Fortschr Röntgenstr. 145 (1986) 519 – 526
113. Schlag G., Redl H., Glatzl A. Morphologische Veränderungen der Lunge im hypovolämisch-traumatischen Schock. Unfallheilkunde 80 (1977) 481 – 488
114. Schlag G. H., Redl H. Die Leukostase in der Lunge beim hypovolämisch-traumatischen Schock. Anaesthesist 29 (1980) 606 – 612
115. Schlag G., Redl H. Morphology of the microvascular system in shock: lung, liver and skeletal muscles. Crit Care Med 13 (1985) 1045 – 1049
116. Schlag G., Redl H. Oxygen radicals in hypovolemic-traumatic shock. In: Oxygen free radicals in shock. International Workshop, Florence 1985, Novelli G. P., Ursini F. (Hrsg.), Karger, Basel, 1986, 94 – 108
117. Schlag G., Redl H. Neue Erkenntnisse der Pathogenese des Schockgeschehens in der Traumatologie. Unfallchirurgie 14 (1988) 3 – 11
118. Schlag G., Redl H. Lung in shock – posttraumatic lung failure (organ failure) – MOFS. In: Second vienna shock forum, Schlag G., Redl H. (Hrsg.), Springer, Berlin-Heidelberg- New York, 1989, 3 – 16
119. Schlag G., Redl H. Startreaktionen des posttraumatischen Schocks – Reperfusionsschaden. Hefte Unfallheilk 212 (1990) 53 – 59
120. Schlag G., Redl H., Hallström S. The cell in shock: the origin of multiple organ failure. Resuscitation 21 (1991) 137 – 180

121. Schmidtman U., Knopp W., Wolff C., Stürmer K.M. Ergebnisse der elastischen Plattenosteosynthese einfacher Femurfrakturen beim Polytrauma, ein alternatives Verfahren. Unfallchirurg 100 (1997) 949 –956
122. Schöffel U., Bonnaire F., van Specht P. U. Monitoring the response to injury. Injury 22 (1991) 377
123. Schüller W., Gaudernak T. Lungenkomplikationen nach Oberschenkelmarknagelung. Hefte Unfallheilk 182 (1986) 273 – 278
124. Sedlmeier W., Kobelt F., Heinrich H. Beziehungen freier Radikale zur organspezifischen Schocksensibilität im hämorrhagischen Schock. In: Pathogenese und Beeinflussbarkeit der katabolen Stoffwechsellage beim chirurgischen Problempatienten, Hörl M., Bruch H., Kern E. (Hrsg.), Georg Thieme, Stuttgart-New York, 1992, 225 - 228
125. Sefrin P., de Pay A. W. Frühzeitige Beatmung im Rettungsdienst bei Polytrauma. Notfallmedizin 11 (1985) 1040
126. Seibel R., La Duca J., Hassett J.M., Babikian G., Mills B., Border D.O., Border R.J. Blunt multiple trauma (ISS 36), femur traction, and the pulmonary failure-septic state. Ann Surg 202 (1985) 283 – 295
127. Sennerich T., Ritter G., Ahlers J. Vergleichende Untersuchungen über die Frakturheilung nach Kompressionsverriegelungsmarknagelung und Plattenosteosynthese am Femur. Hefte Z Unfallchir 230 (1993) 872 – 876
128. Smith J., Bodai A. S. Prehospital stabilization of critically injured patients: A failed concept. J Trauma 25 (1985) 65 – 68
129. Stocker R. Schmerztherapie beim Traumapatienten. In: Unfallchirurgie, Rüter A., Trentz O., Wagner M. (Hrsg.), Urban & Schwarzenberg, München – Wien – Baltimore, 1995, 89 - 94
130. Strecker W. Thromboxane: Cofactor of pulmonary disturbance in intramedullary nailing. Injury 24 (1993) 68 – 72
131. Strecker W., Franzreb M., Gerber J., Rosenheimer M., Kinzl L. Intramedulläre Druckmessung mit einer Mikrosonde. Injury 24 (1993) 64 – 67
132. Stürmer K. M., Dresing K. Schockraummanagement für den Schwerverletzten. Hefte Z Unfallchir 253 (1996) 38 – 66
133. Sturm J.A., Lewis F.R., Trentz O., Tscherne H. Cardiopulmonary parameters and prognosis after severe multiple trauma. J Trauma 19 (1979) 409 – 418

134. Sturm J. A., Oestern H. J., Nerlich M. Die primäre Oberschenkelosteosynthese beim Polytrauma: Gefahr oder Gewinn für den Patienten? *Langenbecks Arch Chir* 364 (1984) 325 – 327
135. Sturm J. A., Regel G., Tscherne H. Der traumatische- hämorrhagische Schock. *Chirurg* 62 (1991) 775 – 782
136. Sturm J. A., Pape H. C. Frakturstabilisierung und Thoraxtrauma. *Hefte Z Unfallchir* 253 (1996) 197 – 204
137. Tscherne H., Oestern H.J. Die Klassifizierung des Weichteilschadens bei offenen und geschlossenen Frakturen. *Hefte Unfallheilk* 85 (1982) 111 – 119
138. Tscherne H., Regel G., Sturm J., Friedl H. P. Schweregrad und Prioritäten bei Mehrfachverletzungen. *Chirurg* 58 (1987) 631 – 634
139. Tscherne H., Regel G. Die klinische Behandlung des polytraumatisierten Patienten. Mythos – Fehler – Fakten. *Hefte Z Unfallchir* 232 (1993) 64 – 71
140. Tscherne H. John Border memorial lecture: Trauma care in europe before and after John Border – the evolution in trauma management at the university of Hannover. *J Orthop Trauma* 12 (1998) 301 - 306
141. Teasdale G., Jennett I.S. Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet* 2 (1974) 81 – 84
142. Trentz O., Friedl H.P. Inflammatorische Akutphasenreaktion und Ischämie-Reperfusionsschäden nach Trauma. In: Pathogenese und Beeinflussbarkeit der katabolen Stoffwechsellage beim chirurgischen Problempatienten, Hörl M., Bruch H.P., Kern E. (Hrsg.), Georg Thieme, Stuttgart-New York, 1992, 26 – 36
143. Trentz O. Management des Mehrfachverletzten. *Ther Umsch* 50 (1993) 491 – 499
144. Trupka A., Waydhas C., Nast-Kolb D., Schweiberer L. Der Einfluss der Frühintubation auf die Reduktion des posttraumatischen Organversagens. *Unfallchirurg* 98 (1995) 111 – 117
145. Trupka A., Nast-Kolb D., Schweiberer L. Das Thoraxtrauma. *Unfallchirurg* 101 (1998) 244 - 258
146. Vécsei V., Heinz T. Die Verriegelungsnagelung langstreckiger Trümmer- und Zweietagenfrakturen an Femur und Tibia. Technik und Ergebnisse. *Unfallchirurg* 93 (1990) 512 – 518
147. Wagner R., Weckbach A. Komplikationen nach Plattenosteosynthese am Femurschaft. *Unfallchirurg* 97 (1994) 139 - 143
148. Wallenböck E. Die retrograde unaufgebohrte Oberschenkelmarknagelung. *Chirurgie* 4 (2000) 26 – 30

149. Waydhas C., Nast-Kolb D., Trupka A. Die Bedeutung des traumatisch-hämorrhagischen Schocks und der Thoraxverletzung für die Prognose nach Polytrauma. Hefte Unfallheilkd 212 (1990) 104 – 105
150. Waydhas C., Nast-Kolb D., Jochum M. Inflammatory mediators, infection, sepsis, and multi-organ failure after severe trauma. Arch Surg 127 (1992) 460 – 467
151. Waydhas C., Nast-Kolb D., Kick M. Postoperative Homöostasestörung nach unterschiedlich großen unfallchirurgischen Eingriffen nach Polytrauma. Unfallchirurg 98 (1995) 455 – 463
152. Waydhas C., Nast-Kolb D., Kick M. Posttraumatic inflammatory response, secondary operations, and late multiple organ failure. J Trauma 40 (1996) 624 – 630
153. Waydhas C. Thoraxtrauma. Unfallchirurg 103 (2000) 871 - 890
154. Weise K., Weller S., Ochs U. Verfahrenswechsel nach primärer Fixateur-externe-Osteosynthese beim polytraumatisierten Patienten. Akt Traumatol 23 (1993) 149 – 168
155. Wenda K., Ritter G., Ahlers J., Degreif J. Die Bedeutung des Schocks für die Verfahrenswahl bei Oberschenkelfrakturen. Hefte Unfallheilk 212 (1990) 101
156. Wenda K., Runkel M., Degreif J., Ritter G. Ursachen und klinische Relevanz der Knochenmarkembolie bei der Marknagelung – Ergebnisse intrafemorale Druckmessungen und echokardiographischer Untersuchungen. Injury 24 (1993) 73 – 81
157. Wenda K., Degreif J., Runkel M., Ritter G. Zur Technik der Plattenosteosynthese des Femurs. Unfallchirurg 97 (1994) 13 – 18
158. Wenda K., Runkel M., Rudig L. Die Marknagelung bei frischen Oberschenkelbrüchen. OP – Journal 3 (1995) 277 – 284
159. Wenda K., Runkel M., Rudig L., Degreif J. Einfluss der Knochenmarksembolisation auf die Verfahrenswahl bei der Stabilisierung von Femurfrakturen. Orthopäde 24 (1995) 151 – 163
160. Wentzensen A. Therapeutisches Konzept beim Management von Polytraumatisierten in der präklinischen Phase der Versorgung. Hefte Z Unfallchir 232 (1993) 59 – 63
161. Wichmann M., Remmers D., Ayala A., Chandry J. Der Beitrag von Weichteiltrauma und / oder Knochenfraktur zur Immundepression nach hämorrhagischem Schock im Tierexperiment. Unfallchirurg 101 (1998) 37 - 42
162. Wolinsky P. R., Banit D., Parker R. E., Shyr Y., Snapper J. R., Rutherford E. J., Johnson K. D. Reamed intramedullary femoral nailing after induction of an ARDS-like state in sheep: Effect on clinically applicable markers of pulmonary function. J Orthop Trauma 12 (1998) 169 - 176

163. Wong C., Huval W., Hechtmann H., Demling R. H. Effect of hemorrhagic shock on endotoxin-induced pulmonary hypertension and increased vascular permeability in unanesthetized sheep. *Circ Shock* 12 (1984) 61 – 71
164. Wozasek G. E. Gefahren der Marknagelung im Schock. *Hefte Z Unfallchir* 238 (1994) 1 – 71
165. Wozasek G. E., Simon P., Redl H., Schlag G. Intramedullary pressure changes and fat intravasation during intramedullary nailing: An experimental study in sheep. *J Trauma* 36 (1994) 202 – 207
166. Wozasek G. E., Thurnher M., Redl H., Schlag G. Pulmonary reaction during intramedullary fracture management in traumatic shock – An experimental study. *J Trauma* 37 (1994) 249 – 254

Danksagung

meinen unfallchirurgischen Lehrern

Priv. Doz. Dr.med. Helmut Breitfuß

Dr.med. Wolfgang Dorn

Dr.med. Hans Nusser

und

meinem Doktorvater

Prof.Dr.Dr.med.habil. Michael Fischer