

U. Lehmann¹ · W. Gobiet² · G. Regel¹ · S. Al Dhaher² · B. Krah² · K. Steinbeck¹ · H. Tscherne¹

¹ Unfallchirurgische Klinik, Medizinische Hochschule Hannover

² Neurologische Klinik, Bund Deutscher Hirngeschädigter, Hessisch Oldendorf

Funktionelles, neuropsychologisches und soziales Outcome polytraumatisierter Patienten mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma

Zusammenfassung

Ziel der Untersuchung war es, durch (prä-) klinisch erhobene Daten prädiktive Aussagen über die Spätresultate polytraumatisierter Patienten mit schwerem Schädel-Hirn-Trauma zu treffen. 58 Patienten im Alter von 27 ± 10 Jahren wurden durchschnittlich 5,8 Jahre nach dem Unfall untersucht. Die Verletzungsschwere betrug nach dem Hannoverschen Polytraumaschlüssel 34 ± 11 Punkte, die initial erhobene Glasgow Coma Scale (GCS) lag bei $6,2 \pm 3,2$ Punkten, die Komadauer belief sich auf $15,4 \pm 14,4$ Tage. Die primäre stationäre Behandlung dauerte durchschnittlich 33,4 Tage, dabei entfielen 22,9 Tage auf die Intensivbehandlung und 20,2 Tage auf die Beatmung. Die Patienten wurden im Schnitt weitere 223 Tage in der Neurologischen Klinik Hessisch Oldendorf behandelt. Neben unterschiedlichen neurologischen Ausfallerscheinungen konnten psychometrische Tests in allen Bereichen Defizite aufzeigen, die insbesondere die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, die Konzentrationsleistung und die Merkfähigkeit und Lernleistung betrafen. 33% der Patienten wiesen eine freie Beweglichkeit aller Gelenke auf, wobei verletzungsbedingt an Ellenbogen- und Sprunggelenk die schwersten Beeinträchtigungen beobachtet wurden. Weitere Ursachen stellten zentrale Lähmungen und heterotope Ossifikationen dar. Veränderungen im sozialen Umfeld wurden bei der Hälfte der Patienten festgestellt. Die berufliche Reintegration war in starkem Maße altersabhängig, insgesamt kehrten 42% in ihren früheren Beruf zurück, 5% befanden sich in Ausbildung oder Studium, 32% wurden umgeschult, 16% waren arbeitslos und 5% vollberentet. In der Korrelations- und Regressionsanalyse konnten als

geeignete Prädiktoren das Alter, die Verletzungsschwere der GCS sowie Koma- und Weaningdauer festgestellt werden. Nach schwerstem Schädel-Hirn-Trauma trugen, gemessen an der Glasgow Outcome Scale 53% der Patienten keine bzw. eine geringfügige Behinderung davon, eine teilweise in 33% und eine vollständige Abhängigkeit in 14% der Fälle.

Schlüsselwörter

SHT · Polytrauma · Outcome

Epidemiologischen Untersuchungen zufolge wurden in den alten Ländern der Bundesrepublik von 1987–1989 über 300 000 Schädel-Hirn-Verletzte (SHT) behandelt. 29,5% der Patienten mußten einer intensivpflichtigen Überwachung und Therapie zugeführt werden. Etwa ein Drittel der Patienten dieses Zeitraums hat mit dauerhaften Schäden zu rechnen [17]. Polytraumatisierte Patienten erleiden in etwa 70% ein Schädel-Hirn-Trauma (SHT). Eine Kombination von Schädel- und Extremitätenverletzungen liegt in ca. 60% der Fälle vor [11]. Polytraumatisierte Patienten mit SHT sind im Vergleich zu Patienten ohne schwere Kopfverletzungen von einer dreimal höheren Mortalität [13] betroffen. Der Tod Mehrfachverletzter kann zu 50% auf ein SHT als wesentliche Ursache zurückgeführt werden [10].

Obwohl größere Fortschritte in der Traumaversorgung und -rehabilitation

erzielt wurden, fällt es schwer, exakte Aussagen über die Prognose der schweren Schädel-Hirn-Verletzung zu treffen. Die Wiedereingliederung dieser Patienten wird bekanntermaßen durch die Verletzungsfolgen am Bewegungsapparat, sowie die Folgen schwerer Rumpferletzungen, insbesondere des Thorax, entscheidend beeinflusst [22, 39], da in der Folge mit längeren Behandlungszeiten, in erster Linie auf der Intensivstation, zu rechnen ist. Dies wiederum verlängert bzw. verschlechtert die Dauer und das Ergebnis von Rehabilitation, beruflicher und sozialer Reintegration. Auch die entstandenen neuropsychologischen Defizite prägen in starkem Ausmaß das Gesamtergebnis dieser Patienten [25, 48].

Durch die Evaluation prognostischer Faktoren zur Beurteilung der Schwere des SHT besteht die Möglichkeit, eigene Behandlungsstrategien zu kontrollieren und weiterzuentwickeln und sie für die Einschätzung der Effizienz oder den Vergleich des eigenen Patientengutes mit dem anderer Kliniken zu verwenden. Zudem kann den Familienangehörigen eine realistische Prognose über das zu erwartende Langzeitergebnis mitgeteilt werden und Entscheidungen hinsichtlich weiterer rehabilitativer Maßnahmen getroffen werden.

Ziel der Untersuchung war es, Faktoren und deren Wechselbeziehungen untereinander herauszustellen, die eine prognostische Aussage über die ver-

Dr. U. Lehmann
Klinik für Unfallchirurgie, MHH Hannover,
Konstanty-Gutschow-Straße 8,
D-30623 Hannover

U. Lehmann · W. Gobiet · G. Regel · S. Al Dhaher
B. Krah · K. Steinbeck · H. Tscherne

Functional, neuropsychological and social outcome of multiple trauma patients with severe head injury

Summary

The aim of this study was to identify, in (pre-) clinically obtained data, parameters predicting the outcome of patients with multiple trauma and severe head injury. Fifty-eight patients aged 27 ± 10 years were investigated an average of 5.8 years after the accident. The Hanover Polytrauma Score was 34 ± 11 points, the initially assessed Glasgow Coma Scale (GCS) was 6.2 ± 3.2 points; and the duration of coma was 15.4 ± 14.4 days. The primary length of stay in hospital averaged 33.4 days, including 22.9 days in the intensive care unit and 20.2 days of ventilation. For a further 223 days the patients were treated at the Neurologic Clinic of Hessisch Oldendorf. Besides different neurologic deficiency symptoms, the psychometric tests showed deficits in all areas. In particular, information processing speed, concentration, recent memory and learning performance were impaired. There was free mobility of all joints in 33% of the patients. Due to injury the elbow and ankle joint developed the worst restriction. Central paralysis and heterotopic ossification also caused a restriction in joint mobility. Half of the patients were confronted with different social changes. The rate of return to work was dependent on age. Some 42% of all patients had taken up their former profession, 5% were still in training or at college, 32% were retrained to other professions, 16% were unemployed and 5% were completely retired on pension. Age, injury severity, GCS, duration of coma and duration of weaning were suitable predictors in correlation- and regression analysis. The Glasgow Outcome Scale showed good recovery and moderate disability in 53%, severe disability in 33% and persistent vegetative state in 14% of the patients.

Key words

Head injury · Trauma · Outcome

schiedenen Aspekte der Spätergebnisse erlauben:

- Schweregrad des SHT, Begleitverletzungen, Alter und Geschlecht sowie Behandlungszeiten in der primär versorgenden Klinik und deren Einfluß auf
- das funktionelle Ergebnis des Bewegungsapparates, neuropsychologische Veränderungen, Rehabilitationsdauer, berufliche und soziale Reintegration und das Gesamtergebnis.

Methodik

In die Studie wurden Patienten einbezogen, deren Untersuchungszeitpunkt mindestens 2 Jahre nach dem Unfallereignis lag. Die Verletzungsschwere mußte mindestens der PTS-Gruppe II nach dem Hannoverschen Polytrauma Schlüssel [34] entsprechen und bei allen Patienten mußte zusätzlich ein Schädel-Hirn-Trauma III° [30] vorliegen. Das Alter der Patienten zum Zeitpunkt des Unfalls wurde auf 60 Jahre begrenzt. Alle Patienten wurden an der Medizinischen Hochschule Hannover erstbehandelt und frühzeitig [14] in der Neurologischen Klinik in Hessisch Oldendorf einem intensiven Rehabilitationsprogramm unterzogen.

Retrospektiv wurden demografische Daten wie Alter und Geschlecht, Schulbildung und Diagnosen mit Therapie erfaßt. Es wurde der Behandlungsverlauf mit der Dauer von Behandlungszeiten im Krankenhaus und in der Rehabilitationsklinik dokumentiert. Berufliche und soziale Reintegration wurden mit dem derzeitigen und vor dem Unfall ausgeübten Beruf, dem Bezug einer Rente und durch das soziale Umfeld erfaßt. Prospektiv wurde durch eine körperliche Untersuchung der gegenwärtige Funktionszustand des Bewegungsapparates an den großen Gelenken der oberen und unteren Extremität, d. h. Schulter, Ellenbogen, Hand, Hüfte, Knie und Sprunggelenken durch die Neutral-Null-Methode festgehalten und der entsprechende Verlust der Beweglichkeit in Prozenten errechnet. Eine neurologische Untersuchung erfaßte Gangbild-, sowie Koordinationsstörungen, zentrale und spinale Ausfälle, periphere sensorische Defizite. Es wurden die vom Patienten subjektiv empfundenen psychosomatischen Beschwerden erfragt.

In standardisierten psychologischen Tests, unter Berücksichtigung von Alter und Bildungsstand des Patienten zum

Zeitpunkt des Unfalls, wurden folgende Merkmale untersucht:

Die Denkfähigkeit der Patienten wurde durch einzelne Tests aus dem von Horn [16] entwickelten Leistungsprüfsystem (LPS) und dem von Amthauer [1] entworfenen Intelligenzstrukturtest (IST 70) überprüft.

Der Test für schlußfolgerndes Denken (LPS 4) erfordert das schnelle Erfassen von Abständen und Richtungen in Buchstaben- und Zahlenfolgen, in denen Fehler bzw. Unregelmäßigkeiten richtig erkannt werden müssen.

Das anschauungsgebundene Denken wird durch zwei Untertests (LPS 9 und 10) erfaßt, in denen zum einen die Fähigkeit, die Anzahl der Flächen von perspektiv dargestellten geometrischen Figuren zu bestimmen. Zum anderen sollen in symmetrische Abbildungen integrierte Symbole gefunden werden, d. h. es soll damit das Wesentliche trotz ablenkender Einzelheiten erkannt werden.

In weiteren 4 Untertests (LPS 1, 2, 5 und 12), die die Allgemeinbildung, verbales Wissen, Rechtschreibkenntnisse, Wort-einfall bzw. Wortflüssigkeit und die Kombinationsfähigkeit durch Analogien (IST-AN) untersuchen, wird das sprachliche Denkvermögen erfaßt. Die rechnerischen Fähigkeiten werden durch praktische Rechenaufgaben (IST-RA) geprüft.

In dem von Rey [40] entwickelten „auditory verbal learning test“ (AVLT) wird dem Probanden in 5 Durchgängen eine aus 15 Wörtern bestehende Liste vorgelegt, die anschließend reproduziert werden muß. Nach einem festgelegten Zeitintervall gilt es, diese Wortliste in einer Reihe von insgesamt 50 Wörtern wiederzufinden. Durch diesen Test werden somit die Merkfähigkeit und Lernleistung erfaßt.

In dem Zahlen-Verbindungs-Test (ZVT) von Oswald und Roth [12] wird verlangt, 90 unterschiedlich angeordnete Ziffern von 1 bis 90 möglichst schnell zu verbinden, d. h. es wird die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit geprüft.

Die visuelle Aufmerksamkeitsleistung wurde mit dem „d2-Test“ von Brickenkamp [18] untersucht. Aus einer Reihe ähnlicher Zeichen soll jedes d durchgestrichen werden, das mit insgesamt 2 Strichen versehen ist. Durch Schnelligkeit und Genauigkeit sollen hier ähnliche visuelle Reize unterschieden werden.

Tabelle 1
Punktbewertungssysteme und Graduierungen

	0 Punkte	1 Punkt	2 Punkte	3 Punkte
Bewegungseinschränkung Schulter, Ellenbogen, Hand, Hüfte, Knie, OSG/USG (links, rechts); Spannweite: 0 bis 36 Punkte.	0%	1 – 30%	31 – 80%	>80%
Neurologie Gangbild, Koordination, Kraftgrad, sensomotorische Ausfälle, Hirnnerven I – XII, Pyramidenbahnzeichen, Dysarthrie, Aphasie, Inkontinenz; Spannweite 0 bis 53 Punkte.	Ø Ausfälle	geringe	mittel	komplett
Psychosomatik Subjektiv empfunden: Verlangsamung, Konzentration, Gedächtnis, Müdigkeit, Kopfschmerzen, Wesensveränderungen; Spannweite 0 bis 6 Punkte.	Ø Verändg.	Verschlecht.	–	–
Neuropsychologische Tests Denkfähigkeit (schlußfolgerndes, anschauungsgebundenes und sprachliches Denken, rechnerische Fähigkeiten), Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit, visuelle Aufmerksamkeitsleistung, Konzentrationsleistung; Spannweite 0 bis 3 Punkte.	Ø Verändg.	leicht	mittel	schwer
Soziales Umfeld Urlaub, Sport, Hobbies, soziale Kontakte, Haushaltshilfe; Spannweite 0 bis 10 Punkte.	Zunahme	Ø Verändg.	Abnahme	–
Beruf Rente	Ø Verändg. Ø Rente	Umschulg. Teilrente	arbeitslos Vollrente	Rente
Berufliche Veränderung, Bezug einer Rente. Spannweite 0 bis 5 Punkte.				

Der Revisions-Test von Stender und Marschner [29] überprüft die Konzentrationsleistung des Probanden. Fortlaufend und unter Zeitdruck soll das Ergebnis der Addition von 2 einstelligen Zahlen geprüft werden.

Statistik

Um weiterführende statistische Berechnungen durchführen zu können, wurden für die einzelnen Parameter Punktbewertungssysteme zur Graduierung der entsprechenden Einschränkung erstellt, die einzeln oder durch Summenbildung der Teilbereiche eine quantitative Einschätzung über Veränderungen oder Defizite erlauben (Tabelle 1). Als unabhängige Variablen wurden die in der Medizinischen Hochschule Hannover erhobenen Daten definiert. Diesen wurden die Parameter der Nachuntersuchungsergebnisse als abhängige Variablen gegenübergestellt. Die Beziehungen unter

den Variablen wurden durch Interkorrelationen (r) untersucht, ein Vergleich zwischen unabhängigen und abhängigen Variablen erfolgte durch eine schrittweise Regressionsanalyse. Hierbei wurde als Untergrenze für die Aufnahme einer Variablen in die Analyse eine Zunahme der Varianz von $F > 0,1$ gesetzt. Der prozentuale Anteil einer Variablen an der Gesamtvarianz kann in der Regressionsanalyse durch das Quadrat des multiplen Korrelationskoeffizienten R errechnet werden. Die Irrtumswahrscheinlichkeit wurde mit $p < 0,05$ angenommen.

Ergebnisse

Patientengut

Es wurden 58 Patienten, die in den Jahren von 1982 bis 1992 verunfallt waren, einer Nachuntersuchung unterzogen. Das Durchschnittsalter der Patienten lag bei $27,3 \pm 10,1$ Jahren, der jüngste Patient war

am Unfalltag 16 und der älteste 52 Jahre alt. Das männliche Geschlecht war zu 75,9% und das weibliche Geschlecht zu 24,1% betroffen. Allen Patienten gemeinsam war ein schweres Schädel-Hirn-Trauma mit einem initial erhobenen Glasgow-Coma-Scale von $6,2 \pm 3,2$ Punkten und einer durchschnittlichen Komadauer von $15,4 \pm 14,4$ Tagen.

Unfallursache und Verletzungsverteilung

Etwa $\frac{2}{3}$ der Patienten (65,5%) verunfallte mit einem PKW bzw. mit einem LKW, an zweiter Stelle folgten die Motorrad-Unfälle mit 12,7%, die Fußgänger nahmen einen Anteil von 9,1% ein, gefolgt von den Fahrradfahrern mit 7,3%. Der Sturz aus großer Höhe stellt mit 5,4% die seltenste Unfallursache dar.

Die Gesamtverletzungsschwere beträgt nach dem Hannoverschen Polytraumaschlüssel durchschnittlich $34,4 \pm 11,8$ Punkte. Der PTS-Gruppe II, bis 30 Punkte, waren 43,1%, der Gruppe III, 31 – 49 Punkte, 48,3% und der Gruppe IV, mehr als 50 Punkte, 8,6% der Patienten zuzuordnen.

Allen Patienten gemeinsam war ein schweres Schädel-Hirn-Trauma. Der Körperstamm war bei 62,5% der Patienten am Thorax, zu 21,4% am Abdomen und zu 30,4% am Becken betroffen. Extremitätenverletzungen lagen bei 71,4% der Patienten vor. Eine Verletzungskombination von mindestens 2 Körperregionen fand sich bei 37,5% der Patienten, von 3 Körperregionen ebenfalls bei 37,5%, von 4 Körperregionen bei 16,1% und von allen 5 Körperregionen bei 8,9% der Patienten.

Therapie und Verlauf

Alle Patienten wiesen im CCT intracranielle Verletzungen auf, die in 12 Fällen eine Trepanation erforderten. Von 13 Frakturen der Kalotte, 24 isolierten Gesichtschädelfrakturen und einer LeFort I, 6 LeFort II und 13 LeFort III-Frakturen wurden insgesamt 30 durch eine Osteosynthese stabilisiert. Vier ausgedehnte Weichteilverletzungen wurden chirurgisch versorgt.

Von insgesamt 77 thorakalen Verletzungen mußte in 26 Fällen eine Thoraxdrainage gelegt werden, zweimal wurde eine Thorakotomie wegen einer anhaltenden Blutung notwendig. Am Abdomen wurden zwei Zwerchfellrupturen, 2 Magenwandverletzungen, 8 Milz- und

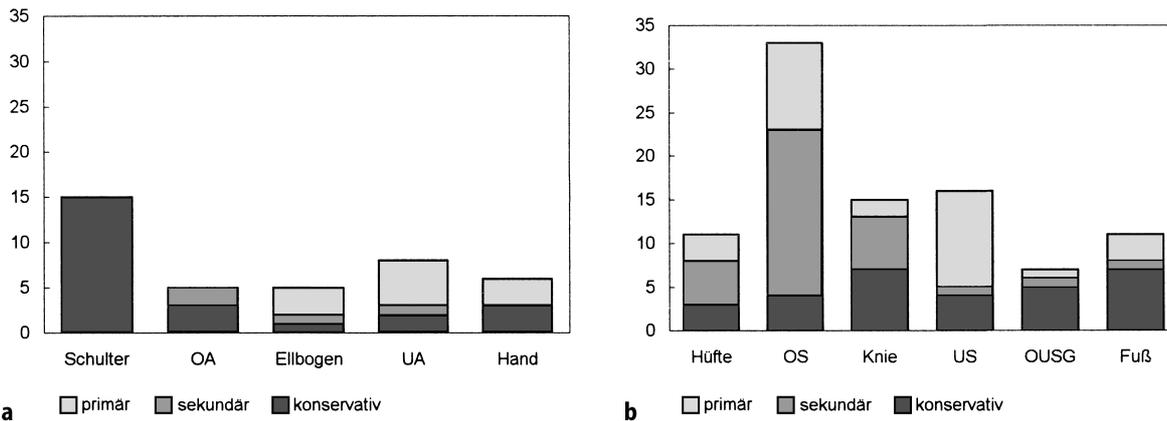


Abb. 1 ▲ Verletzungshäufigkeiten an oberer (a) und unterer Extremität (b). Primäre und sekundäre operative Behandlung, konservative Therapie

5 Leberrupturen, je zwei Darm-, Nieren- und Blasenverletzungen operativ versorgt.

Am Bewegungsapparat wurden Verletzungen der oberen Extremität vorwiegend konservativ behandelt (61,5%), an der unteren Extremität hingegen wurden 70,9% der Verletzungen operativ versorgt (Abb. 1). Insgesamt entfielen auf einen Patienten durchschnittlich 6,7 Einzelverletzungen.

Die primäre stationäre Behandlung dauerte durchschnittlich 33,4 Tage, dabei entfielen 22,9 Tage auf die Intensivbehandlungszeit. Die Beatmungsdauer erstreckte sich über einen Zeitraum von durchschnittlich 20,2 Tagen, wobei die Phase der Entwöhnung von der Beat-

mung (Weaningdauer) 7,2 Tage in Anspruch nahm. An den Krankenhausaufenthalt schloß sich eine im Durchschnitt 223 Tage dauernde Behandlung in der Neurologischen Rehabilitationsklinik Hessisch Oldendorf an.

Nachuntersuchungsbefund

Neurologische Veränderungen

Die Überprüfung der groben Kraft ergab zu jeweils 69% an der oberen und unteren Extremität einen Normalbefund – Kraftgrad 5 (Tabelle 2).

Von den koordinativen Fähigkeiten waren im Romberg-Versuch zu 83% ein Normalbefund zu beobachten, im Knie-Hacken- und Finger-Nase-Versuch zu je 74%, in der Diadochokinese-Prüfung wurde bei 32 Patienten (55%) ein Normalbefund erhoben (Tabelle 3).

Eine sensorische Aphasie wurde bei einem und eine motorische Aphasie wurde bei 2 Patienten festgestellt, 3 Patienten waren u. a. wegen Aphonie nicht beurteilbar. Eine Dysarthrie wurde bei 8 Patienten (14%) beobachtet, 4 Patienten waren nicht beurteilbar. Hirnnervenausfälle traten am häufigsten am N. facialis (45%)

Tabelle 2 Kraftgrade an oberer und unterer Extremität

	Grad 5	Grad 3–4	Grad 2–3	Grad 0–1
Arme	69%	17%	7%	7%
Beine	69%	19%	7%	5%

Tabelle 3 Beeinträchtigung der koordinativen Fähigkeiten

	keine Beeinträchtigung	mit Beeinträchtigung	nicht testbar
Romberg	83%	38%	7%
Knie-Hacke Vers.	74%	19%	7%
Finger-Nase Vers.	74%	19%	7%
Dysdiadochokinese	55%	3%	14%

Tabelle 4 Schädigung von Hirnnerven

Hirnnerv	Schädigung
N. olfactorius	7%
N. opticus	9%
N. oculomotorius	2%
N. trigeminus	2%
N. abducens	3%
N. facialis	45%
N. stato-acusticus	2%
N. glossopharyngeus	7%
N. accessorius	2%

Tabelle 5 Häufigkeit und Ausprägungsgrad zentral bedingter Lähmungen und Spastiken

	keine	leicht	mittel	schwer
Parese	60%	26%	10%	4%
Spastik	74%	7%	9%	10%

auf, in 5 Fällen (9%) war der Sehnerv betroffen, zu je 7% waren Ausfälle am N. olfactorius und N. glossopharyngeus/ N. vagus vorhanden. An den übrigen Hirnnerven lag selten eine Schädigung vor (Tabelle 4).

Bei 40% der Patienten konnten Zeichen einer Parese nachgewiesen werden und an 26% der Patienten konnte eine Spastik unterschiedlich starker Ausprägung gefunden werden (Tabelle 5).

Eine Inkontinenz bestand inkomplett bei 2 und komplett bei 3 Patienten.

Psychopathologische Veränderungen

Ein Großteil der Patienten zeigte keinerlei Beeinträchtigung im schlußfolgernden

(55%) und anschauungsgebundenen (65%) Denken. Im sprachlichen Denken und in den rechnerischen Fähigkeiten bestanden jedoch zu 60% bzw. 49% keine oder nur leichte Defizite (Abb. 2). Hinsichtlich Merkfähigkeit und Lernleistung sowie in der Informationsverarbeitung wurden die schlechtesten Ergebnisse erzielt, denn es lagen zu 58% und 76% mittlere und schwere Beeinträchtigungen vor. Die visuelle Aufmerksamkeitsleistung und die Konzentrationsleistung der Patienten waren in unterschiedlichem Maße beeinträchtigt. Hier wurden je zur Hälfte gute und schlechte Ergebnisse erzielt.

Durch eine Befragung sollten die Patienten eine Einschätzung ihrer selbst empfundenen Veränderungen hinsichtlich Psyche, Leistungsfähigkeit und ihrer somatischen Beschwerden wiedergeben. Nur 18 Patienten (32%) gaben bei der Befragung keine Veränderungen hinsichtlich Verlangsamung, Konzentrations- und Gedächtnisleistung an. 46% der Patienten klagten über eine vermehrte Müdigkeit, 25% über häufiger auftretende Kopfschmerzen. Ein Großteil der Patienten (87%) bemerkte Wesensveränderungen,

die sie auf die Folgen ihres Unfalles zurückführten.

Thorax- und Abdomenverletzungen

Die thorakalen und abdominellen Verletzungen heilten nahezu folgenlos aus. Nur ein Patient klagte über geringfügige belastungsabhängige Dyspnoe infolge eines schweren Thoraxtraumas.

Extremitätenverletzungen

Eine freie Beweglichkeit aller Gelenke wiesen 33% der Patienten auf. Von den insgesamt 39 Verletzungen der oberen Extremität war in 65% der Fälle keine Bewegungseinschränkung an den Gelenken festzustellen. An der unteren Extremität waren von den 92 Verletzungen in der Folge 57% der Gelenke frei beweglich geblieben. Eine deutliche Einschränkung der Gelenkfunktion findet sich insbesondere am Ellenbogen- und den Sprunggelenken (Abb. 3 a).

Zudem waren ohne Einwirkung von Extremitätenverletzungen an oberer (19%) und unterer Extremität (16%) Bewegungseinschränkungen der Gelenke vorhanden. In stärkerem Ausmaß waren hier

die Gelenke an Schulter (24%), Ellenbogen (30%) und Hüfte (20%) betroffen (Abb. 3 b).

Soziale Rehabilitation

Die Hälfte der Patienten gaben zum Zeitpunkt der Befragung an, sie hätten ihre vorbestehenden sozialen Kontakte aufrechterhalten, sie gingen noch den gleichen Hobbies nach und die Urlaubsgewohnheiten hätte sich nicht verändert (Tabelle 5). Die Mehrheit der Patienten übte weniger sportliche Tätigkeiten (68%) als vor dem Unfall aus. 53% der Patienten konnten alleine ihren Haushalt verrichten, 29% benötigten geringe Unterstützung und 18% beanspruchten hier viel Hilfe.

Gemessen an der Glasgow Outcome Scale erholten sich 11 Patienten (19%) nach dem schweren Schädel-Hirn-Trauma völlig und 20 Patienten (34%) trugen geringfügige Behinderungen davon, die aber zu keiner Abhängigkeit führten. Eine mäßige Behinderung mit teilweiser Abhängigkeit bestand bei 19 Patienten (33%) und eine schwere Behinderung mit vollständiger Abhängigkeit lag bei 8 Patienten (14%) vor.

Berufliche Reintegration

Um spätere berufliche Veränderungen besser beurteilen zu können, werden zunächst die prozentuale Verteilung von Schulbildung und Ausbildung vorangestellt. 46% der Patienten besuchten vor dem Unfall die Hauptschule, 42% die Realschule und 12% absolvierten die (Fach-)Hochschulreife. Der Großteil der

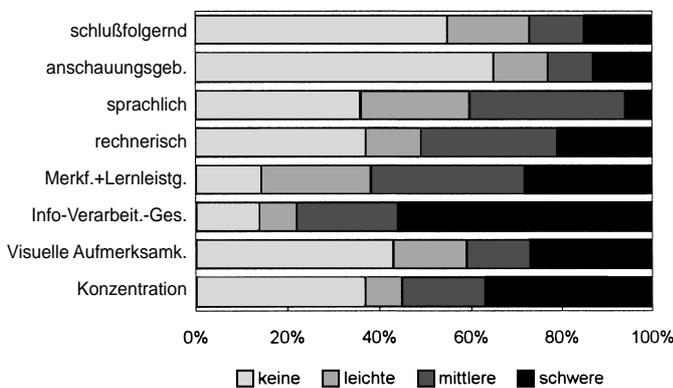
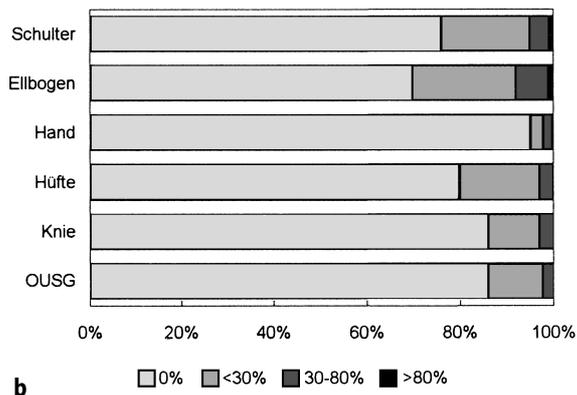
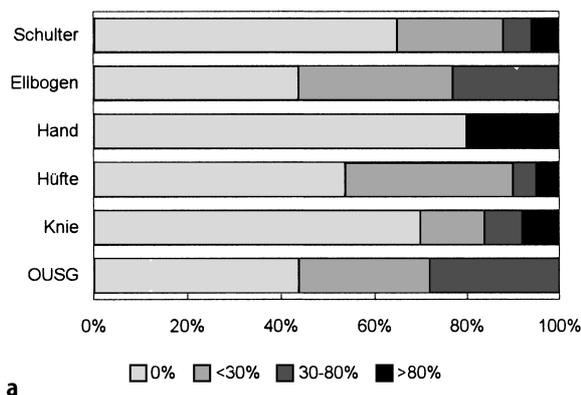


Abb. 2 ◀ Einschränkungen und Schweregrade in den psychologischen Testuntersuchungen

Abb. 3 ▼ Prozentuale Einschränkung der normalen Gelenkbeweglichkeit an oberer und unterer Extremität mit (a) und ohne vorangegangene (b) Verletzung der entsprechenden Extremitätenregion



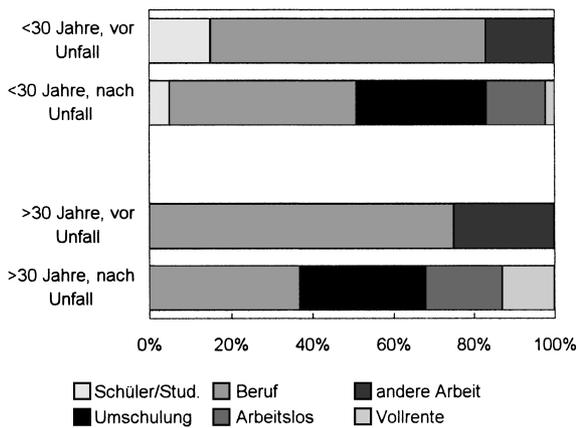


Abb. 4 ◀ Berufliche Rehabilitation nach dem Unfall in Abhängigkeit vom Alter bis/über 30 Jahre

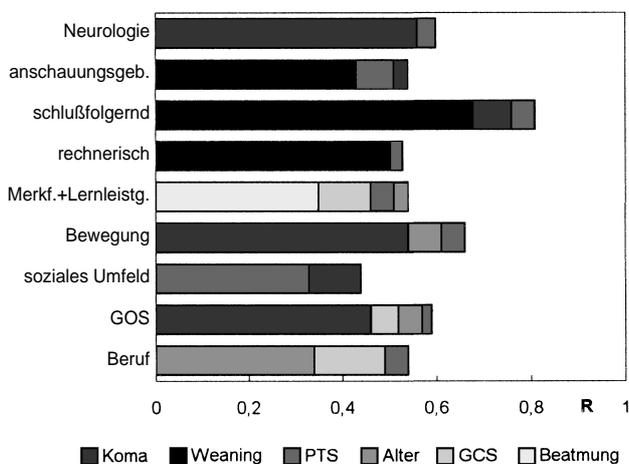


Abb. 5 ▲ Multiple Regressionsanalyse mit schrittweisem Zuwachs des multiplen Korrelationskoeffizienten R durch die unabhängigen Variablen für die einzelnen Parameter der Spätergebnisse

Tabelle 6

Veränderungen von sozialem und privatem Umfeld

	Zunahme	keine Veränderung	Abnahme
Soziale Kontakte	4%	49%	47%
Hobbies	4%	53%	43%
Urlaub	7%	56%	36%
Sport	2%	30%	68%
	keine	wenig	viele
Haushaltshilfe	53%	29%	18%

Patienten (77%) hat die Berufsausbildung mit einer Lehre abgeschlossen, 7% hatte ein Studium erfolgreich beendet und 16% der Patienten gingen einer ungelerten Tätigkeit nach.

Da in Abhängigkeit vom Alter bekanntermaßen Veränderungen in der beruflichen Wiedereingliederung stattfinden, wurden im folgenden zwei Gruppen im Alter bis 30 Jahre und darüber ge-

genübertestellt (Abb. 4). Es kehrten in der jüngeren Altersgruppe fast die Hälfte der Patienten in ihren früheren Beruf zurück, 37% nahmen an einer Umschulungsmaßnahme teil, $\frac{1}{7}$ ging keiner Arbeit nach und 2% waren voll berentet. Die über 30jährigen Patienten nahmen nur zu 37% ihren Beruf wieder auf, etwa $\frac{1}{3}$ war umgeschult worden, $\frac{1}{5}$ war arbeitslos und 13% bezogen eine Vollrente.

Korrelations-, Regressionsanalyse

Ein Vergleich zwischen männlichem und weiblichem Geschlecht zeigte weder für einen der initial erhobenen Parameter noch bei den Nachuntersuchungsergebnissen einen signifikanten Unterschied.

Mit zunehmendem Alter verlängert sich der primäre stationäre Aufenthalt ($p < 0,04$). Es besteht eine signifikant positive Korrelation zwischen Alter und initialer Bewußtseinslage, d. h. jüngere Patienten wiesen niedrigere GCS-Werte auf als ältere Patienten ($p < 0,05$).

Die Gesamtverletzungsschwere hat einen signifikanten Einfluß auf die Dauer der Intensivbehandlungszeit ($p < 0,007$), die Beatmungsdauer ($p < 0,03$) und die Komadauer ($p < 0,05$). Die beiden letztgenannten Behandlungszeiten sind hauptsächlich durch die Schwere des Thoraxtraumas bedingt, da auch hier signifikante Zusammenhänge zur Intensivbehandlungszeit ($p < 0,04$) und der Beatmungsdauer ($p < 0,05$) bestehen.

In der schrittweisen Regressionsanalyse wurden folgende prognostische Indikatoren für die einzelnen Kriterien der Spätergebnisse gefunden:

- Die neurologischen Ausfallserscheinungen stehen in engem Zusammenhang zur Dauer des Komas und werden zusätzlich durch die thorakalen Verletzungen bestimmt (Abb. 5).
- Die neuropsychologischen Testuntersuchungen korrelieren in dem Teilbereich Denkfähigkeit mit der Weaningdauer und werden in zweiter Linie durch knöchernen Verletzungen und die Komadauer beeinflusst. Hochsignifikante Korrelationen resultieren für das schlußfolgernde Denken ($p < 0,000001$), das rechnerische ($p < 0,004$) und das anschauungsgebundene Denken ($p < 0,009$) durch die Parameter Weaning-, Beatmungs-, Komadauer und Verletzungsschwere. Verschlechterungen der Merkfähigkeit gehen mit einer verlängerten Beatmungsdauer, einer verminderten Bewußtseinslage (GCS), der Verletzungsschwere des Beckens und der Alterszunahme ($p < 0,03$) einher (Abb. 5). Die Veränderungen von sprachlicher Denkfähigkeit ($p < 0,08$), Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit ($p < 0,09$) und visuelle Aufmerksamkeitsleistung ($p < 0,18$) können durch die zur Verfügung stehenden Ausgangsparameter nur unzureichend abgeschätzt werden.

- Die von den Patienten selbst eingeschätzten Einschränkungen von Leistungsfähigkeiten, Psyche und somatischen Beschwerden korrelieren nicht signifikant ($p < 0,30$) mit den unabhängigen Variablen.
- Die Gelenkfunktion (Abb. 5) wird in erster Linie durch die Komadauer beeinträchtigt und wird zusätzlich durch das Alter, die Extremitäten- und Thoraxverletzungen ($p < 0,00001$) beeinflusst.
- Die im sozialen und privaten Umfeld auftretenden Veränderungen (Abb. 5) sind durch thorakale Verletzungen und Dauer des Komas ($p < 0,02$) bedingt.
- Veränderungen in der Erwerbstätigkeit (Abb. 5) treten mit Zunahme des Alters auf und werden zusätzlich durch den GCS und die Schwere der abdominalen Verletzungen ($p < 0,0003$) bestimmt.
- Die Gesamtprognose des Patienten, ausgedrückt durch die Glasgow Outcome Scale (Abb. 5), steht in Abhängigkeit zur Komadauer, der initialen Bewußtseinslage, dem Alter und der Schwere der thorakalen Verletzungen ($p < 0,004$).

Diskussion

In epidemiologischen Untersuchungen wird von den Autoren über eine unterschiedliche Inzidenz der Schädel-Hirn-Verletzungen berichtet. In den USA schwanken die Zahlen zwischen 132 und 367 Fällen [28, 46], in Europa werden Zahlen zwischen 200 und 313 Fällen [9, 20] pro Jahr und 100 000 Einwohner genannt. Die Spannweite dieser Zahlen beruht einerseits auf erheblichen regionalen Unterschieden und andererseits auf der Anwendung verschiedener Definitionen zur Beurteilung des Schweregrades der Schädel-Hirn-Verletzung.

Junge Patienten zwischen 15 und 24 Jahren sind am häufigsten von einem SHT betroffen [7, 20], wobei zwei weitere Altersgipfel im (Klein-) Kindesalter und bei den alten Patienten ab dem 60. – 70. Lebensjahr zu beobachten sind. Das Durchschnittsalter im eigenen Patientengut liegt mit 4 Jahren Unterschied geringfügig unter dem aller polytraumatisierter Patienten [38]. Die Geschlechtsverteilung fällt deutlich zu Ungunsten des männlichen Geschlechts aus, 76 vs. 24%, und liegt mit diesem Verhältnis über dem anderer Studien [37, 42]. Der überwiegende Teil der Patienten wurde durch einen Verkehrsunfall verletzt, selten wa-

ren Stürze die Ursache. Diese Ergebnisse sind mit Untersuchungen von Miller und Gennarelli [13, 31] vergleichbar, die jedoch für Patienten ohne SHT eine Veränderung in der Häufigkeit der einzelnen Ursachen beobachteten.

Die Gesamtverletzungsschwere der Patienten mit SHT verhält sich im eigenen Patientengut identisch zum Durchschnitt aller polytraumatisierter Patienten [39]. Die Häufigkeit und die Ausprägung begleitender Rumpf- und Extremitätenverletzungen differieren in den Untersuchungen anderer Autoren [30, 11, 45] jedoch teilweise erheblich.

Zur Bewertung der Schwere des SHT haben sich der von Teasdale und Jennett [43] entwickelte GCS sowie die Dauer des Komas [24, 31] und der posttraumatischen Amnesie als entscheidende prognostische Parameter zur Verlaufsbeurteilung in zahlreichen klinischen Untersuchungen [21] erwiesen. Die von uns untersuchten Patienten wiesen mit einer durchschnittlichen Komadauer von 15,4 Tagen ein vergleichsweise schwerstes SHT auf.

Zur Abschätzung der psychosozialen Ergebnisse nach schweren Schädel-Hirn-Verletzungen wurde von Bond [2] u. a. eine neurophysische Rangskala zur Bewertung posttraumatischer motorischer und sensorischer Paresen/Plegien, Aphasien, Ataxien, Hirnnervenausfällen und physischer Ausfallerscheinungen beschrieben. Diese Rangskala bildete die Grundlage für die Auswertung der neurologischen Ausfallerscheinungen in den eigenen Untersuchungen.

Bereits leichtere Schädel-Hirn-Verletzungen führen nachweislich zu kognitiven Veränderungen [24], die jedoch in aller Regel nach 3 Monaten vollständig abgeklungen sind. Schwere Schädel-Hirn-Verletzungen hingegen führen zu bleibenden Defiziten, die durch neuropsychologische Testuntersuchungen in den eigenen Untersuchungen innerhalb einzelner Bereiche eine unterschiedliche Ausprägung zeigten, insbesondere waren hier die Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit und Merkfähigkeit mit Lernleistung betroffen. Zu vergleichbaren Ergebnissen kam Levin [25], der Patienten ein Jahr nach ihrer Verletzung untersuchte, jedoch andere psychometrische Tests anwandte. Lezak [26] konnte durch wiederholte Untersuchungen in zeitlichen Abständen von 6 Monaten bis zu 3 Jahren eine Verbesserung des Kurz-

zeitgedächtnisses und der Lernfähigkeit nachweisen.

Die Schwere des Schädel-Hirn-Traumas wird sekundär erheblich durch das Ausmaß von hämorrhagischem Schock [41] und Hypoxie [5] beeinflusst. Verletzungsschwere und -muster [8, 45] wirken sich daher indirekt auf neuropsychologische und psychosoziale Spätergebnisse aus. Die spätere Lebensqualität wird maßgeblich durch die Schwere des SHT [23] bestimmt und führt in der Folge zu gravierenden Veränderungen in Familienleben, der Freizeitgestaltung [33] und dem sozialen Umfeld, die sich innerhalb der ersten 3 – 6 Monate nach der Verletzung [27] am deutlichsten zeigen. Insbesondere jüngere Patienten erfahren Veränderungen der Emotionalität und Persönlichkeit [44], die die Wiedereingliederung entscheidend mitbeeinflussen. Auch die berufliche Reintegration wird weniger durch physische Defizite als durch Veränderungen von Persönlichkeit und kognitivem Verhalten [3] bestimmt. Im eigenen Krankengut war bei der beruflichen Wiedereingliederung eine deutliche Altersabhängigkeit zu beobachten. Von den Autoren [19] werden nach schwerem Schädel-Hirn-Trauma, in Abhängigkeit von Verletzungsschwere, Begleitverletzungen und Alter, über die Anzahl der nach Abschluß der Rehabilitation wieder Berufstätigen sehr unterschiedliche Angaben gemacht. Brooks [4] berichtet über eine Beschäftigungsrate von 86% vor und 29% 7 Jahre nach dem Unfall, in einer Untersuchung von Rao [36] gingen 66% der Patienten wieder einer Arbeit nach. Im eigenen Patientengut konnte durch früh einsetzende und intensive Rehabilitationsmaßnahmen [15] ein großer Anteil der Patienten in den erlernten Beruf zurückkehren oder durch eine Umschulung einer anderen Erwerbstätigkeit nachgehen. Insbesondere die jüngeren Patienten konnten hier beruflich besser reintegriert werden.

Die prognostische Beurteilung der schweren Schädel-Hirn-Verletzung wurde bereits in zahlreichen Studien untersucht. Als entscheidende Prädiktoren stellte Overgaard [35] das Alter, die initiale klinisch-neurologische Untersuchung und den posttraumatisch gemessenen Blutdruck als signifikante Faktoren für die funktionellen Ergebnisse in einem Zeitraum 2 – 3 Jahre nach Verletzung fest. Narayan [32] bewertete den GCS, das Alter, die Pupillenreaktion und das Vorhan-

densein chirurgisch zu behandelnder Raumforderungen als aussagekräftigste Faktoren. Die cranielle Computertomographie oder die intracranielle Druckmessung waren nur im Zusammenhang mit den o. g. klinischen Daten als Indikatoren von Nutzen. Williams [47] analysierte den Zusammenhang zwischen Schweregrad des SHT, gemessen am Komagrad, raumfordernden Läsionen, einer Hemiparese, Schädelfrakturen und abnormer Pupillenveränderungen und den Veränderungen vom Intelligenzquotienten, psychometrischer Tests und dem GOS. Von insgesamt 21 Indikatoren, die während der Erstbehandlung in der Notaufnahme gewonnen wurden, stellten sich in einer Untersuchung von Choi [6] wiederum das Alter des Patienten, die beste motorische Reaktion und die Pupillenreaktion als die besten Frühindikatoren zur Beurteilung des Outcome heraus.

Mit zunehmendem Alter wiesen die Patienten in unseren Untersuchungen eine bessere initiale Bewußtseinslage auf. Da mit dem Anstieg des Alters bei gleichbleibender Schwere des SHT bekanntermaßen eine höhere Mortalität besteht, muß eine vergleichsweise weniger schwere Schädel-Hirn-Verletzung der überlebenden älteren Patienten angenommen werden. Sowohl die Komadauer als auch die übrigen klinischen Parameter zeigten jedoch keine Altersabhängigkeit als Hinweis für eine letztendlich bessere Restitution des jüngeren Patienten. Ein weiterer wichtiger Parameter stellt die Verletzungsschwere dar, da durch das Ausmaß von hämorrhagischem Schock und die insbesondere durch thorakale Verletzungen hervorgerufene Hypoxie sekundär die Komadauer und die Beatmungszeiten beeinflusst werden. Die Verletzungsschwere rief daher meist indirekt Veränderungen in allen Bereichen der Spätergebnisse hervor. Aus der Analyse können folgende Schlußfolgerungen gezogen werden:

- Alter und Verletzungsschwere beeinflussen das Gesamtergebnis des polytraumatisierten Patienten mit schwerem SHT entscheidend.
- Hämorrhagie und Hypoxie induzieren sekundäre Hirnschädigungen und wirken sich indirekt auf die Spätergebnisse der Patienten aus.

- Als Prädiktoren zur Beurteilung des Outcome der Patienten eignen sich Alter, Verletzungsschwere, GCS, Komadauer und Beatmungsparameter.
- Durch frühzeitige einsetzende intensive Rehabilitationsmaßnahmen kann der Patient zu einem Großteil beruflich und sozial wieder eingegliedert werden.

Literatur

1. Amthauer R (1961) **Empirische Beiträge zum Problem der produktiven Begabung.** Psychol Rundsch 12:81
2. Bond MR (1976) **Assessment of the psychosocial outcome so severe head injury.** Acta Neurochir 34:57
3. Brooks N, Campsie L, Symington C, Beattie A, McKinlay W (1986) **The five year of severe blunt head injury: a relative's view.** J Neurol Neurosurg Psych 49:764
4. Brooks N, McKinlay W, Symington C, Beattie A, Campsie L (1987) **Return to work within the first seven years of severe head injury.** Brain Inj 1 No 1:5
5. Chesnut RM, Marshall LF, Klauber MR, Blunt BA, Baldwin N, Eisenberg HM, Jane JA, Marmarou A, Foulkes MA (1993) **The role of secondary brain injury in determining outcome from severe head injury.** J Trauma 34 No 2:216
6. Choi SC, Narayan RK, Anderson RL, Ward JD (1988) **Enhanced specificity of prognosis in severe head injury.** J Neurosurg 69:381
7. Cooper JD, Tabaddor K, Hauser WA (1983) **The epidemiology of head injury in the Bronx.** Neuroepidemiol 2:70
8. Dacey R, Dikmen S, Temkin N, McLean A, Armsteden G, Winn HR (1991) **Relative effects of brain and non-brain injuries on neuropsychological and psychosocial outcome.** J Trauma 31 No 2:217
9. Edna TH, Cappelen J (1984) **Hospital-admitted head injury: A prospective study in Trondelag.** Norway 1979–80. Scand J Soc Med 12:7
10. Gaab MR (1990) **Frührehabilitation bei Schädelhirntrauma – aus neurochirurgischer Sicht.** Unfallheilkd 212:539
11. Gastinger I, Schilling HW, Recknagel F (1990) **Zu Anteil und Schwere der Schädel-, Thorax- und Abdominalverletzungen beim Polytrauma des Schweregrades III.** Zentralbl Chir 115:201
12. Gaussmann A (1978) **Der Mehrfachwahl-Wortschatz-Test (MWT) und der Zahlen-Verbindungstest (ZVT) als Maße der Allgemeinen Intelligenz.** Diagnostica 24:50
13. Gennarelli TA, Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, Alves WM (1989) **Mortality of patients with head injury and extracranial injury treated in trauma centers.** J Trauma 29, No 9:1193
14. Gobiet W (1995) **Neurologisch-neurotraumatologische Frührehabilitation.** Nervenheilk 14:302
15. Gobiet W (1995) **Einfluß der Polytraumatisierung auf die Rehabilitation schädelhirnverletzter Patienten.** Zentralbl Chir 1230:544
16. Groffmann KJ, Schneevoigt I (1964) **Vorläufige Ergebnisse einer Vergleichsuntersuchung an Studenten mit dem Leistungsprüfsystem (LPS) von Horn und dem Intelligenz-Struktur-Test (IST) von Amthauer.** Schweizerische Zt Psychol und ihre Anwend 23:243
17. Grote EH, Duffner F (1993) **Management des akuten Schädel-Hirn-Traumata.** Zentralbl Chir 118:17
18. Heinrich HC (1973) **Einige Bemerkungen zum d2-Durchstreichtest nach Brickenkamp.** Diagnostica 19:118
19. Humphrey M, Oddy M (1980) **Return to work after head injury: a review of post-war studies.** Injury 12 No.2:107
20. Jennett B, MacMillan R (1981) **Epidemiology of head injury.** Br Med J 282:101
21. Katz DI, Alexander MP (1994) **Traumatic brain injury.** Arch Neurol 51:661
22. Klauber MR, Marshall LF, Luerssen TG, Frankowski R, Tabaddor K (1989) **Determinants of head injury mortality: importance of the low risk patients.** Neurosurg 24 No. 1:31
23. Klonoff PS, Costa LD, Snow WG (1986) **Predictors and indicators of quality of life in patients with closed-head injury.** J Clin Exp Neuropsychol 8:469
24. Levin HS, High WM, Goethe KE, Sisson RA, Overall JE, Rhoades HM, Eisenberg HM, Kalisky Z, Gary HE (1987) **The neurobehavioral rating scale: assessment of the behavioral sequelae of head injury by the clinician.** J Neurol Neurosurg Psychiatry 50:183
25. Levin JS, Gary HE, Eisenberg HM, Ruff RM, Barth JT, Kreuzer J, High WM, Portman S, Foulkes MA, Jane JA, Marmarou A, Marshall LF (1990) **Neurobehavioral outcome 1 year after severe head injury.** J Neurosurg 73:699
26. Lezak MD (1978) **Living with the characterologically altered brain injured patient.** J Clin Psychiatry 39:592
27. Livingston MG, Brooks DN, Bond MR (1985) **Patient outcome in the year following severe head injury and relatives' psychiatric and social functioning.** J Neurol Neurosurg Psychiatry 48:876
28. MacKenzie EJ, Edelstein SL, Flynn JP (1989) **Hospitalized head-injured patients in Maryland: Incidence and severity of injuries.** Maryland Med J 38:725
29. Marschner G (1972) **Auswahluntersuchungen bei Führungs-Nachwuchs-Kräften.** Psychol & Praxis 16:116
30. Miller JD (1985) **Head injury and brain ischaemia – implications for therapy.** Br J Anaesth 57:1120
31. Miller JD (1986) **Minor, moderate and severe head injury.** Neurosurg Rev 9:135
32. Narajan RK, Greenberg RP, Miller JD, Enas GG, Choi SC, Kishore PRS, Selhorst JB, Lutz HA, Becker DP (1981) **Improved confidence of outcome prediction in severe head injury.** J Neurosurg 54:751

33. Oddy M, Humphrey M (1980) **Social recovery during the year following severe head injury.** *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 43: 798
34. Oestern HJ, Tscherne H, Sturm J, Nerlich M (1985) **Klassifizierung der Verletzungsschwere.** *Unfallchirurg* 88: 465
35. Overgaard J, Christensen S, Hvid-Hansen O, Haase J, Land AM, Hein O, Pedersen KK, Tweed WA (1973) **Prognosis after head injury based on early clinical examination.** *Lancet* 22: 631
36. Rao N, Rosenthal M, Cronin-Stubbs D, Lambert R, Barnes P, Swanson B (1990) **Return to work after rehabilitation following traumatic brain injury.** *Brain Inj* 4 No. 1: 49
37. Rappaport M, Herrero-Backe C, Rappaport ML, Winterfield KM (1989) **Head injury outcome up to ten years later.** *Arch Phys Med Rehabil* 70: 885
38. Regel G, Lobenhoffer P, Grotz M, Pape HC, Lehmann U, Tscherne H (1995) **Treatment results of patients with multiple trauma: an analysis of 3406 cases treated between 1972 and 1991 at a German level I trauma center.** *J Trauma* 38 No. 1: 70
39. Regel G, Seekamp A, Takacs J, Bauch S, Sturm JA, Tscherne H (1993) **Rehabilitation und Reintegration polytraumatisierter Patienten.** *Unfallchirurg* 96: 341
40. Ryan JJ, Geisser ME, Randall DM, Georgemiller RJ (1986) **Alternate form reliability and equivalency of the Rey Auditory Verbal Learning Test.** *J Clin Exp Neuropsychol* 8: 611
41. Siegel JH, Gens DR, Mamantov T, Geisler FH, Goodarzi S, Mackenzie EF (1991) **Effect of associated injuries and blood volume replacement on death, rehabilitation needs, and disability in blunt traumatic brain injury.** *Crit Care Med* 19 No. 10: 1252
42. Spettell CM, Ellis DW, Ross SE, Sandel ME, O'Malley KF, Stein SC, Spivack G, Hurley KE (1991) **Time of rehabilitation admission and severity of trauma: Effect on brain injury outcome.** *Arch Phys Med Rehabil* 72: 320
43. Teasdale G, Jennett B (1974) **Assessment of coma and impaired consciousness.** *Lancet* 2: 81
44. Thomsen IV (1984) **Late outcome of very severe blunt head trauma: a 10 – 15 year second follow-up.** *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 47: 260
45. Waxman K, Sundine MJ, Young RF (1991) **Is early prediction of outcome in severe head injury possible?** *Arch Surg* 126: 1327
46. Whitman S, Coonley-Hoganson R, Desai BT (1984) **Comparative head trauma experiences in two socioeconomically different Chicago-area communities. A population study.** *Am J Epidemiol* 119: 570
47. Williams JM, Gomes F, Drudge OW, Kessler M (1984) **Predicting outcome from closed head injury by early assessment of trauma.** *J Neurosurg* 61: 581
48. Wrigley JM, Yoels WC, Webb CR, Fine PR (1994) **Social and physical factors in the referral of people with traumatic brain injuries to rehabilitation.** *Arch Phys Med Rehabil* 75: 149