

Aus dem Institut für Rechtsmedizin
der Medizinischen Fakultät der Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**Analyse von Schädelfrakturen der Tabula externa bei sturzbedingten
Kontakttraumen des Schädels anhand des Archivs des Institutes für
Rechtsmedizin der Charité- Universitätsmedizin Berlin.**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät der Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Tim Suslik

aus Berlin

Gutachter: 1. Prof. Dr. med. H. Maxeiner
2. PD Dr. med. B. Bockholt
3. PD Dr. med. W. Mattig

Datum der Promotion: 16.12.2006

I	Inhalt	Seite	3
1.	Einführung		7
2.	Anatomie des Schädels		9
2.1	Aufbau eines Knochens der Schädelkalotte		10
2.1.1	Dreischichtigkeit der Knochenschuppen		10
2.1.2.	Dicke der einzelnen Knochenschichten		10
2.1.3	Anteil an Knochensubstanz in den Schichten der Schädelknochen		11
2.1.4	Altersabhängigkeit der Schichtdicke, der Knochensubstanz und der Schädelnähte		11
2.2	Faserrichtung und Spaltbarkeit des entkalten Knochens		12
3.	Frakturen		14
3.1.	Arten der Schädelfrakturen		14
3.1.1	Lochbruch, geformter Bruch		14
3.1.2	Terrassenbruch		15
3.1.3	Biegungsbruch		16
3.1.4	Berstungsbruch		17
3.1.5	Globusbruch		18
3.1.6	Direkte und indirekte Schädelbrüche		18
3.2	Kräfte, die eine Schädelfraktur bewirken		19
3.2.1	Zugfestigkeit		19
3.2.2	Druckfestigkeit		20
3.2.3	Biegefestigkeit, Biegebruchspannung und Biegebruchmoment		22
3.2.4	Kompression und Impuls		23
3.3	Verformung des Schädels unter Krafteinwirkung		24
3.3.1	Verformungszeiten		24

3.3.2	Verformungsrichtung	Seite	25
3.4	Puppesche- Regel		27
3.5	Hutkrempenregel		28
4.	Fragestellungen		30
4.1	Frakturverlauf in Abhängigkeit von der Schädelknochendicke		30
4.2	Frakturverlauf in Abhängigkeit von der Aufschlagstelle		30
4.3	Einfluss der Schädelnähte auf den Frakturverlauf in Abhängigkeit vom Lebensalter		30
4.4	Vermutete Ausdehnung einer Schädelfraktur in Kenntnis der äußeren Verletzung		30
5	Methodik		31
5.1	Einschlusskriterien		31
5.2	Ausschlusskriterien		31
5.3	Untersuchungsgut		31
5.4	Kumulativskizzen		32
5.5	Tabellarische Analyse der Fraktur und der Individualdaten		33
5.5.1	Daten und Körpermaße		33
5.5.2	Art der Stürze		34
5.5.3	Frakturzentrum		34
5.5.4	Typen der Frakturzentren		34
5.5.5	Berstungsfrakturen		35
6	Ergebnisse		36
6.1	Ergebnisse aus den Kumulativskizzen		36
6.1.1	Frakturen mit Zentrum occipital		36
6.1.2	Frakturen mit Zentrum kranial von occipital		36
6.1.3	Frakturen mit Zentrum an der Schädelseite		37

6.1.4	Frakturen mit Zentrum auf der Stirn	Seite	38
6.2	Tabellarische Darstellung und Diagramme		39
6.2.1	Verhalten von Berstungsfrakturen an Schädelnähten		39
6.2.2	Zusammenhang zwischen Aufschlagpunkt des Schädels und Richtung der Berstungsfrakturen		40
6.2.2.1	Richtung der Berstungsfrakturen in der Occipitalregion		42
6.2.2.2	Richtung der Berstungsfrakturen im Bereich oberhalb der Occipitalregion		42
6.2.2.3	Richtung der Berstungsfrakturen im Bereich der Lambdanaht		43
6.2.2.4	Richtung und weiterer Verlauf der Berstungsfrakturen an der Schädelseite		43
6.2.2.5	Richtung der Berstungsfrakturen an der Stirn		45
6.2.3	Zusammenhang einer Schädelfraktur mit der Kopfhautverletzung		45
6.2.4	Art des Frakturzentrums in Abhängigkeit von der Schädeldicke		46
6.2.5	Verteilung der Frakturzentren auf der Schädeloberfläche		47
6.2.6	Vergleich der Frakturzentren mit der Art des Sturzes		49
7	Diskussion		50
7.1	Biegungsfrakturen		51
7.2	Berstungsfrakturen		52
8	Zusammenfassung		55
8.1	Die Richtung und der Verlauf der Berstungsfrakturen waren abhängig vom Ort des Aufschlages und von der Schädeldicke		55
8.2	Die Ausprägung von konzentrischen Biegungsfrakturen war abhängig von der Schädeldicke und der Sturzintensität		57
8.3	Ein altersabhängiger Einfluss der Schädelnähte war nicht zu zeigen		57
8.4	Ein Rückschluss von der Kopfhautverletzung auf die Fraktur war nur eingeschränkt möglich		57

III	Anlagen	Seite	58
IV	Verzeichnis und Nachweis der Abbildungen		63
V	Verzeichnis und Nachweis der verwendeten themenbezogenen Literatur		65
VI	Erklärung		69
VII	Vita		70

8 Zusammenfassung

Mit dieser Arbeit wurden Schädelfrakturen anhand des Archivs des Institutes für Rechtsmedizin der Freien Universität zu Berlin analysiert. Dabei handelte es sich um Schädelfrakturen, die durch den Aufprall des Kopfes auf einen Untergrund entstanden sind.

Das Frakturzentrum eines Schädelbruches wurde als Ort des Aufschlages angenommen. Es setzte sich aus radiären Frakturlinien und konzentrisch verlaufenden Biegungslinien zusammen. Diese Biegungslinien entstanden durch lokale Verformung des Schädels an der Aufschlagstelle. Vom Frakturzentrum gingen Berstungsausläufer aus. Diese Berstungsausläufer sind durch Verformung des gesamten Schädels entstanden.

Das Frakturzentrum und die Berstungsausläufer wurden in ihrer Gestalt und ihrer Ausbreitung analysiert. Dazu wurden die Fraktursysteme in kumulierenden Skizzen erfasst. Weiterhin wurden die einzelnen Anteile eines Fraktursystems für jeden Fall verschlüsselt und konnten dadurch tabellarisch statistisch ausgewertet werden.

Durch Zusammenwirken beider Methoden ließen sich folgende Aussagen treffen:

8.1 Die Richtung und der Verlauf der Berstungsfrakturen waren abhängig vom Ort des Aufschlages und von der Schädelstärke

Dieser Zusammenhang wurde nach experimentellen Untersuchungen bereits vermutet und konnte in dieser Arbeit an tatsächlichen Fällen bestätigt werden.

Regelmäßigkeiten ließen sich am Hinterkopf und an der Schädelseite darstellen:

Occipital verliefen die Berstungsfrakturen überwiegend nach

- unten.

Im Parietalbereich des Hinterkopfes verliefen die Berstungsfrakturen nach

- unten
- schräg vorne unten
- gegenüberliegende Schädelseite

Ob eine Berstungsfraktur dabei isolateral oder nach kontralateral verlief scheint von der Schädelstärke abhängig zu sein.

- An dünnen Schädelknochen zeigten die Berstungsfrakturen überwiegend nach kontralateral,
- bei dicken Schädelknochen nach isolateral.

An der Schädelseite ließen sich drei Hauptrichtungen der Frakturlinien abgrenzen:

- unten
- schräg vorne unten
- vorne

Der Winkel der seitlichen Frakturlinien war dabei

- im vorderen Teil nach „unten“ gerichtet.
- Hinten verliefen die Berstungsausläufer zu einem großen Teil nach „vorne“.

Im weiteren Verlauf waren die Berstungsfrakturen

- occipital gerade,
- an der vorderen Schädelseite gerade und
- an der hinteren Schädelseite überwiegend nach unten gebogen.

An der Schädelseite strebten die Berstungsfrakturen ausgehend von allen Orten der Schädelseite dem vorderen basalen Bereich der Schädelseite zu.

8.2 Die Ausprägung von konzentrischen Biegungsfrakturen war abhängig von der Schädeldicke und der Sturzintensität

Das Vorhandensein von konzentrischen Biegungsfrakturen als Folge der lokalen Verformung des Schädels war von der Dicke der Schädelknochen abhängig.

- Bei einer mittleren Schädeldicke von mindestens acht Millimetern traten keine konzentrischen Biegungsfrakturen auf.

Die frei werdende Energie des Sturzes hatte offenbar Einfluss auf die Ausprägung von Biegungsfrakturen.

- Stürze aus der Höhe hatten überdurchschnittlich häufig Globusbrüche zur Folge.
- Bei Stürzen aus dem Gang oder Stand traten keine Globusbrüche auf.

Ob der Aufschlagpunkt des Kopfes auf die Entstehung von Biegungsfrakturen Einfluss hatte konnte nicht gezeigt werden, jedoch hatten Biegungsfrakturen

- an der Stirn einen überdurchschnittlich hohen und
- am Hinterkopf einen unterdurchschnittlich geringen Anteil.

8.3 Ein altersabhängiger Einfluss der Schädelnähte war nicht zu zeigen

Der von V.N. Zvjagin gezeigte Zusammenhang zwischen Lebensalter und der Morphologie einer Schädelnaht fand in dieser Studie im Verlauf einer Frakturlinie an einer Schädelnaht keine Entsprechung.

8.4 Ein Rückschluss von der Kopfhautverletzung auf die Fraktur war nur eingeschränkt möglich

Etwa die Hälfte der Frakturen befand sich unter einer Wunde. Jedoch wurden auch Schädelfrakturen ohne oberflächliche Verletzung beschrieben. Auch unter einer Abschürfung oder einem Hämatom waren ausgeprägte Biegungs- Berstungs- Bruchsysteme verborgen.

VI Erklärung

Ich, Tim Suslik erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema:

Analyse von Schädelfrakturen der Tabula externa bei sturzbedingten Kontakttraumen des Schädels anhand des Archivs des Institutes für Rechtsmedizin der Charité- Universitätsmedizin Berlin.

selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.

Datum
15.01.2006

Unterschrift
Tim Suslik

VII Vita