

Diplomarbeit

**Die Epidemiologie der Ellenbogenfrakturen im
Kindes- und Jugendalter**

eingereicht von

Scherwin Benjamin GOLESTANI

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktor der gesamten Heilkunde
(Dr. med. univ.)**

an der

Medizinische Universität Graz

ausgeführt an der

Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie Graz

unter der Anleitung von

Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr. Georg Singer

Univ.-Ass. Dr. Helmut Wegmann

Graz, 22.08.2018

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 22.08.2018

Scherwin Golestani eh

Danksagungen

Dem Vorstand der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie, Herrn Univ.Prof. Dr. Holger Till möchte ich meinen Dank aussprechen, dass ich hier diese Arbeit durchführen durfte.

Herrn Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr. Georg Singer möchte ich ganz herzlich danken, dass ich die Möglichkeit hatte, die vorliegende Arbeit erstellen zu können. Mein besonderer Dank gilt ihm auch für seine stetige und wertvolle Unterstützung, seine Geduld, seine Förderung und Motivation vom Beginn bis zur schriftlichen Verfassung der Arbeit.

Ebenfalls möchte ich mich bei allen Mitarbeitern der Universitätsklinik bedanken, die mich bei der Durchführung des Projektes unterstützt haben.

Darüber hinaus ein großer Dank an meine Familie und Freunde die mir den nötigen Rückhalt und die Kraft zur Verfassung dieser Arbeit zu jeder Zeit vermittelt haben.

Zusammenfassung

Einleitung: Kinder und Jugendliche unterliegen einem sehr hohen Verletzungsrisiko, das in 26% der Fälle sogar zu einer Fraktur führt. In etwa 10-15% aller pädiatrischen Knochenbrüche entfallen auf den kindlichen Ellenbogen. Ziel dieser Arbeit war es, die Epidemiologie der Ellenbogenfrakturen im Kindes- und Jugendalter anhand vorliegender Daten der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie Graz zu erörtern um eine Basis für etwaige Präventivmaßnahmen zur Minimierung der Inzidenz zu schaffen.

Material und Methoden: Mittels einer retrospektiven Datenerhebung und -analyse wurde die Epidemiologie aller Kinder und Jugendlichen, die mit Ellenbogenfrakturen zwischen Jänner 2015 und Dezember 2016 an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie Graz behandelt wurden, dargestellt. Inkludiert wurden folgende Frakturen: suprakondyläre Humerusfraktur, Epicondylus ulnaris Fraktur, Condylus radialis Fraktur, Radiushalsfraktur oder supradiakondyläre Humerusfraktur.

Resultate: Insgesamt wurden 378 Ellenbogenfrakturen in die Studie inkludiert. Die Studiengruppe war im Mittel 6,8 Jahre alt und mit einer Jungen/Mädchen Geschlechterverteilung von 1,11 beinahe ausgeglichen. Um das 5. Lebensjahr zeigte sich in beiden Geschlechter ein Häufigkeitspeak. Nach darauffolgender Inzidenzabnahme war um das 9. Lebensjahr ein zweiter Peak ersichtlich. Die häufigste aller Frakturen war die suprakondylären Humerusfraktur (n=237) gefolgt von der Radiushalsfraktur (n=54). Die wärmeren Jahreszeiten wiesen ein deutlich höheres Frakturrisiko auf, mit einem Spitzenwert von 119 Fällen im Sommer. Die meisten Ellenbogenfrakturen entstanden auf Spielplätzen (n=98). 150 Patienten und Patientinnen wurden stationär behandelt, wovon 148 einer Operation unterzogen wurden. Am häufigsten wurde die Bohrdrahtosteosynthese (n=106) zur operativen Versorgung der Frakturen angewendet.

Diskussion: Zur Epidemiologie der Ellenbogenfrakturen gibt es bisher nur eine limitierte Anzahl an Studien. Die Aufarbeitung der Unfallursachen zeigte, dass vor allem Stürze aus Höhen größer als der Stehhöhe ein sehr hohes Frakturrisiko in sich tragen. Entsprechende Aufklärungskampagnen könnten zur Reduktion der Frakturhäufigkeit beitragen.

Abstract

Introduction: Children and adolescents represent a high risk group for sustaining injuries which have to be treated. In 26% of the cases children sustain bone fractures. 10-15% of all paediatric fractures occur in the elbow region. The aim of the present study was to describe the epidemiology of elbow fractures in children and adolescents based on available data of the Department of Paediatric and Adolescent surgery in order to provide a basis for any preventative measures to minimize the incidence.

Material and Methods: The data of all paediatric elbow fractures between January 2015 and December 2016 was collected and analysed retrospectively to describe their epidemiology. The following fractures were included: supracondylar humeral fracture, fracture of the medial epicondyle, fracture of the lateral condyle, fracture of the radial neck or supradiacondylar humeral fracture.

Results: Overall, 378 elbow fractures were included. The mean age of the study group was 6.8 years, with a boys/girls ratio of 1.11. We found two age related peaks, the highest one around the age of 5 and the second one around the age of 9 years. The most common fracture was the supracondylar humerus fracture (n=237) followed by the fracture of the radial neck (n=54). Seasonal variations were found with the highest amount of elbow fractures during summer (n=119). The most common mechanisms of injury were falls on playgrounds (n=98). 150 patients were treated as inpatients of whom 148 underwent surgery. Most commonly K-wire osteosynthesis (n=106) was used for surgical treatment of fractures.

Discussion: There is only a limited amount of studies that have examined the epidemiology of elbow fractures. We found that especially falls from heights higher than standing height are a main cause of elbow fractures. Therefore, informational campaigns focusing on this topic could lead to a reduction of elbow fracture rates.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. <i>Epidemiologische Daten</i>	1
1.1.1. Allgemeine Übersicht	1
1.1.2. Kosten	3
1.2. <i>Frakturen des Ellenbogens</i>	3
1.3. <i>Kernfrage</i>	6
2. Material und Methoden	7
2.1. <i>Studienpopulation</i>	7
2.2. <i>Studiendesign</i>	7
2.3. <i>Datenerhebung und -analyse</i>	7
3. Ergebnisse	10
3.1. <i>Allgemeine Übersicht</i>	10
3.1.1. Geschlechterspezifische Altersverteilung	10
3.1.2. Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung	11
3.2. <i>Altersverteilung</i>	11
3.2.1. Altersverteilung nach Frakturtypen	11
3.2.2. Altersverteilung nach Gartland Klassen	12
3.3. <i>Allgemeine Häufigkeitsverteilungen</i>	13
3.3.1. Geschlechterspezifisch	13
3.3.2. Altersspezifisch	14
3.3.3. Zeitspezifisch	15
3.3.4. Unfallursachen	19
3.3.5. Ambulante versus stationäre Patienten und Patientinnen	20
3.3.6. Liegedauer stationärer Patienten und Patientinnen	20
3.3.7. Konservative versus operative Behandlungsverfahren	21
3.3.8. Operationstechniken	21
3.3.9. Zusatzverletzungen	22
3.4. <i>Kreuztabellen – spezifische Häufigkeitsverteilung</i>	22
3.4.1. Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung der Geschlechter	22
3.4.2. Frakturspezifische monatliche Häufigkeitsverteilung	23
3.4.3. Frakturspezifische jahreszeitliche Häufigkeitsverteilung	25
3.4.4. Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung nach Unfallursachen	27
3.4.5. Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung nach Behandlungsverfahren	29
3.4.6. Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung nach Operationsverfahren	31
3.4.7. Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung nach Operationstechniken	32
3.4.8. Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung bei Zusatzverletzungen (ja/nein)	34
3.4.9. Frakturspezifische Aufenthaltsdauer nach stationärer Behandlung	35
4. Diskussion	38
5. Literaturverzeichnis	44

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Altersspezifische Inzidenzraten pro 10.000	2
Abb. 2: Röntgenbilder einer dislozierten suprakondylären Humerusfraktur	4
Abb. 3: Röntgenbilder einer dislozierten Condylus radialis Fraktur	4
Abb. 4: Röntgenbilder einer dislozierten Radiushalsfraktur	5
Abb. 5: Röntgenbilder einer dislozierten Epicondylus ulnaris Fraktur	5
Abb. 6: Gartland Klassifikation	9
Abb. 7: Altersdurchschnitt mit standard error of means	10
Abb. 8: Altersverteilung nach Frakturtypen	12
Abb. 9: Mittlere Altersverteilung nach Gartland Klassen	13
Abb. 10: Geschlechterunspezifische Häufigkeitsverteilung nach Lebensalter	14
Abb. 11: Geschlechterspezifische Häufigkeitsverteilung nach Lebensalter	15
Abb. 12: Wöchentliche Häufigkeitsverteilung	16
Abb. 13: Monatliche Häufigkeitsverteilung	17
Abb. 14: Jahreszeitliche Häufigkeitsverteilung	18
Abb. 15: Frakturspezifische Geschlechterverteilung	23
Abb. 16: Frakturspezifische monatliche Häufigkeitsverteilung	25
Abb. 17: Frakturspezifische jahreszeitliche Häufigkeitsverteilung	27
Abb. 18: Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung nach Unfallursachen	29
Abb. 19: Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung nach Behandlungsverfahren	30
Abb. 20: Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung nach Operationsverfahren	32
Abb. 21: Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung nach Operationstechniken	33
Abb. 22: Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung – Zusatzverletzungen ja versus nein	35
Abb. 23: Frakturspezifische stationäre Aufenthaltsdauer	36
Abb. 24: Bereinigte frakturspezifische stationäre Aufenthaltsdauer	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: frakturspezifische Häufigkeitsverteilung	11
Tabelle 2: Geschlechterspezifische Häufigkeitsverteilung	14
Tabelle 3: Geschlechterunspezifische Häufigkeitsverteilung nach Lebensalter.....	15
Tabelle 4: Wöchentliche Häufigkeitsverteilung.....	16
Tabelle 5: Monatliche Häufigkeitsverteilung in Zahlen	17
Tabelle 6: Jahreszeitliche Häufigkeitsverteilung in Zahlen.....	18
Tabelle 7: Häufigkeitsverteilung nach Unfallursachen	19
Tabelle 8: Häufigkeiten - ambulante Behandlung versus stationäre Behandlung.....	20
Tabelle 9: Stationäre Liegedauer in Tagen	20
Tabelle 10: Häufigkeiten - konservative Behandlung versus operative Behandlung	21
Tabelle 11: Häufigkeitsverteilung nach Operationstechniken	21
Tabelle 12: Häufigkeiten - offene Operation versus geschlossene Operation	21
Tabelle 13: Zusatzverletzungen - vorhanden versus nicht vorhanden.....	22
Tabelle 14: Kreuztabelle – Fraktur*Geschlecht.....	22
Tabelle 15: Kreuztabelle – Fraktur*Monat.....	24
Tabelle 16: Kreuztabelle - Fraktur*Jahreszeit	26
Tabelle 17: Kreuztabelle – Fraktur*Unfallursache.....	28
Tabelle 18: Kreuztabelle - Fraktur*Behandlung	30
Tabelle 19: Kreuztabelle - Fraktur*geschlossen/offen.....	31
Tabelle 20: Kreuztabelle - Fraktur*Operationstechnik.....	33
Tabelle 21: Kreuztabelle - Fraktur*Zusatzverletzungen	34

1. Einleitung

1.1. Epidemiologische Daten

1.1.1. Allgemeine Übersicht

Unfälle und die daraus resultierenden Verletzungen zählen in den Industrienationen zu den häufigsten Todesursachen im Kindes- und Jugendalter (1, 2). Die epidemiologische Aufarbeitung des Themas ist Inhalt einiger internationaler Studien, die zum Großteil aus dem skandinavischen Raum stammen. Darin wird aufgezeigt, dass nicht-tödliche Verletzungen, die eine medizinische Konsultation zur Folge haben, jährlich circa eines von vier Kindern im Alter von 1-17 Jahren betreffen (3).

Aufgrund der hohen Verletzungszahlen sind Frakturen in diesem Lebensabschnitt extrem häufig. Laut Mattila et al. sind bei 26% aller Traumen Knochenbrüche des kindlichen Skelettes die Folge (4). Im Hinblick auf diese Daten setzte Landin LA. (1983) mit seiner Studie *Fracture patterns in children. Analysis of 8,682 fractures with special reference to incidence, etiology and secular changes in a Swedish urban population 1950-1979* einen Meilenstein. Darin wird das Risiko mindestens eine Fraktur im Zeitraum von der Geburt bis zum 16. Lebensjahr zu erleiden bei Jungen mit 42% Wahrscheinlichkeit und 27% bei Mädchen beschrieben. Die jährliche Frakturinzidenz entsprach 25,7/1.000 pro Jahr für Jungen, 16,5/1.000 für Mädchen und 21,2/1.000 für beide Geschlechter zusammen (5). Landin spricht in seiner Studie von einem stetigen Anstieg der Frakturinzidenz innerhalb der drei Jahrzehnte des Studienzeitraumes. Neuere Studien aus Finnland und Schweden weisen allerdings darauf hin, dass nach anfänglichem Anstieg die Inzidenzrate seit Mitte der 80er Jahre wieder sinkt (6, 7).

Vergleicht man die Untersuchungen unterschiedlicher Populationen miteinander, fällt auf, dass eine große Diskrepanz bezüglich der Frakturhäufigkeit besteht. Erhebt eine griechische Arbeit den in der Recherche niedrigsten Wert mit 12 Frakturen/1.000 pro Jahr, kommt eine britische Studie aus South Wales auf bis zu 36,1 Frakturen/1.000 pro Jahr (8, 9). Eine wissenschaftliche Erklärung für diese Differenzen lässt sich in den Studien nicht finden. Vermutet werden kulturelle Unterschiede im Freizeit- und Sport-Verhalten. Auch die unterschiedlichen ethnischen Zusammensetzungen der Bevölkerung könnte die Inzidenzrate beeinflussen (10).

Entgegen den Unterschieden der Inzidenzraten unterschiedlicher Populationen bzw. Kulturen verhalten sich die altersspezifischen Inzidenzen weltweit sehr ähnlich (5, 6, 10, 11).

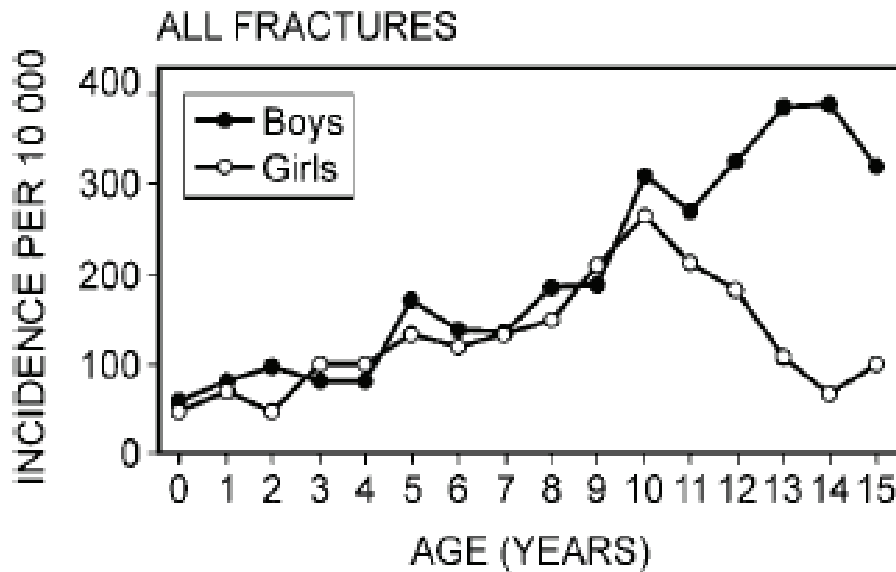


Abb. 1: Altersspezifische Inzidenzraten pro 10.000

(übernommen aus: Mäyränpää MK. et al. Decreasing incidence and changing pattern of childhood fractures: A population-based study. *J Bone Miner Res.* 2010;25(12):2752-9.)

Wie in Abbildung 1 ersichtlich, steigt die Inzidenz im Alter beinahe linear an. Während Mädchen ihren Peak mit 10-11 Jahren erreichen und die Inzidenz daraufhin wieder abfällt, steigt sie bei Jungen bis zum 13.-15. Lebensjahr an. Ein Zusammenhang mit den altersspezifischen Größenwachstumsraten bei Jungen und Mädchen wird diskutiert. Man geht von einer erhöhten Vulnerabilität des Knochens im Wachstumsalter aus (12). Im Abgleich mit Daten einer britischen Studie bezüglich des Wachstums im Kindes- und Jugendalter zeigt sich ein genau dem Alter der höchsten Frakturinzidenz entsprechender geschlechterspezifischer Größenwachstumsspurt (13).

Im Schnitt betreffen 60-65% aller Frakturen im Alter von 0-17 Jahren die männliche Bevölkerung (9, 11, 14). Über alle Studien hinweg ist die obere Extremität am häufigsten betroffen und für bis zu 73% aller Frakturen verantwortlich (6). Der Unterarm (Radius/Ulna) ist mit 1/3 aller Frakturen die am häufigsten betroffene Region. Davon betreffen 9 von 10 den distalen Unterarm (6, 8). Dieser Umstand geht wohl aus den Unfallursachen hervor. Ein Drittel aller Unfälle werden durch Stürze in

der Ebene hervorgerufen und werden als *low-energy-trauma* bezeichnet. Aufgrund der körperlichen Schutzreflexe, der mechanischen Beanspruchung im Abfedern des Sturzes und der relativ geringen Knochenmasse am distalen Unterarm, ist dieser sehr anfällig für Verletzungen (15). Ebenso besteht laut der Metaanalyse von Clark et al. ein Zusammenhang zwischen low-energy-trauma-Frakturen und einer im Vergleich zur gesunden Bevölkerung geringeren Knochendichte (16).

1.1.2. Kosten

Die Datenlage zur Aufschlüsselung der Kosten verursacht durch Verletzungen im Kindes- und Jugendalter ist rar. Hinzu kommt, dass ein Vergleich zwischen den internationalen Studien fast unmöglich ist. Aufgrund von Unterschieden der finanziellen Möglichkeiten, der dargebotenen Qualität der medizinischen Versorgung und der Finanzierung des Gesundheitswesens lässt sich der Vergleich nur sehr schwer anstellen (17). So kamen z.B. zwei Studien aus den USA zu recht unterschiedlichen Ergebnissen: Harlan et al. errechneten mit Hilfe von Daten der National Medical Care and Utilization und der Expenditure Survey die Ausgaben, die im Jahr 1980 für Verletzungen von Kindern im Alter von 0-17 Jahren aufgewendet wurden. Sie kamen dabei auf eine Summe von US\$ 1,9 Milliarden (18). Miller et al. wählten einen anderen Ansatz. Sie versuchten auch die Langzeit- beziehungsweise Lebenszeitkosten aufzurechnen, die Verletzungen im Kindesalter verursachen. Hierunter fallen zum Beispiel Kosten, die eine etwaig notwendige Pflegefreistellung der Eltern des verletzten Kindes mit sich bringen. Auch eine mögliche Berufsunfähigkeit als Resultat eines Unfalls und der daraus entstehenden Kosten für die Gesellschaft ist darin berücksichtigt. Die Studie kam dabei auf US\$ 14 Milliarden für die medizinische Versorgung, US\$ 66 Milliarden bedingt durch gegenwärtige und zukünftige Berufsunfähigkeit und US\$ 1 Milliarde verbraucht in anderen aufzuwendenden Ressourcen (19).

1.2. Frakturen des Ellenbogens

Frakturen des kindlichen Ellenbogens machen in etwa 10-15% aller pädiatrischen Knochenbrüche aus, sind aber für bis zu 85% aller operativen Eingriffe nach Knochenbrüche verantwortlich (6, 12, 20).

Zu den häufigsten Ellenbogenfrakturen im Kindes- und Jugendalter zählen:

- Suprakondyläre Humerusfraktur
- Radiushalsfraktur
- Fraktur des Condylus radialis humeri
- Fraktur des Epicondylus ulnaris humeri
- Olecranonfraktur
- Supradiakondyläre Humerusfraktur

Einige Beispiele dieser Frakturen sind in Abbildung 2 bis 5 dargestellt.

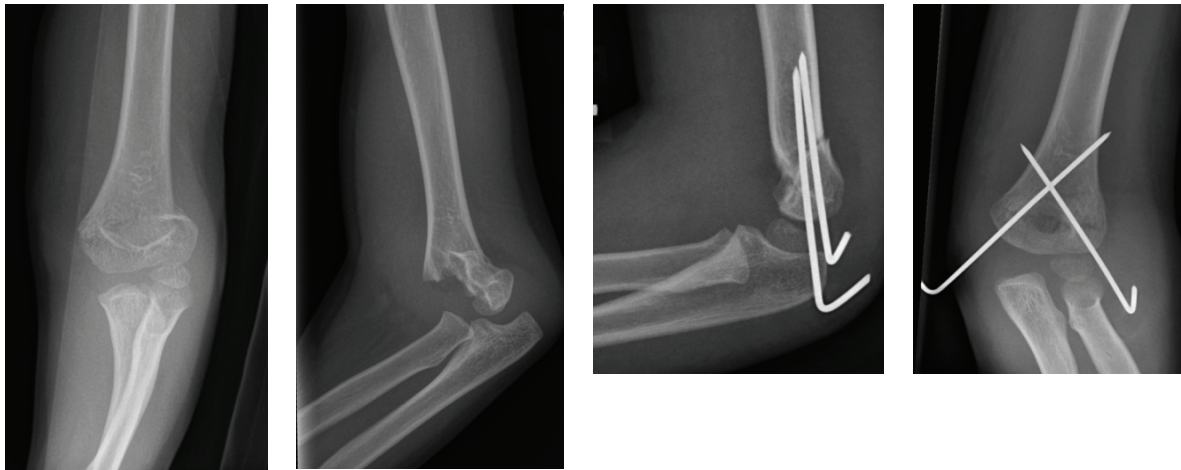


Abb. 2: Röntgenbilder einer dislozierten suprakondylären Humerusfraktur

(5-jähriger Patient. Humerusfraktur links nach Sturz beim Trampolinspringen. Die Fraktur wurde mittels geschlossener Reposition und gekreuzter Bohrdrahtosteosynthese versorgt.)

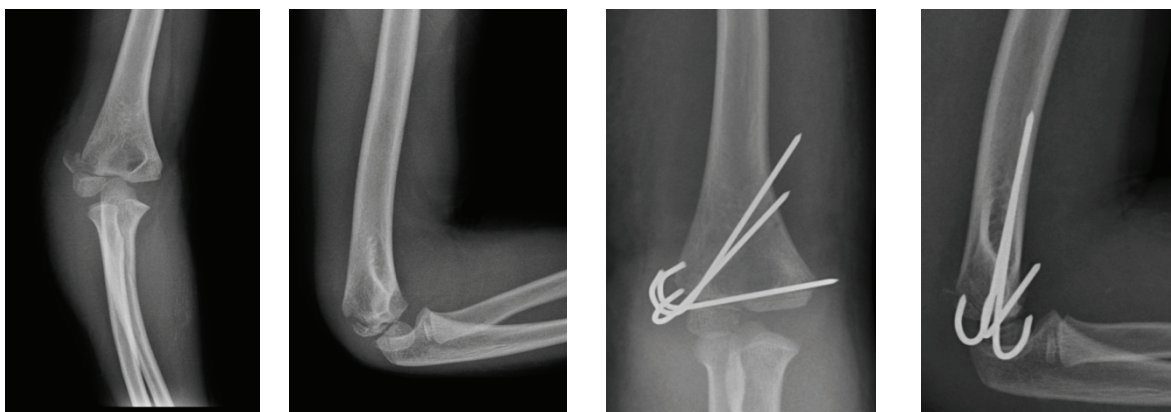


Abb. 3: Röntgenbilder einer dislozierten Condylus radialis Fraktur

(6-jährige Patientin. Fraktur rechts nach Sturz beim Trampolinspringen. Die Fraktur wurde mittels offener Reposition und Bohrdrahtosteosynthese versorgt.)



Abb. 4: Röntgenbilder einer dislozierten Radiushalsfraktur

(6-jährige Patientin. Fraktur links nach Sturz beim Laufen. Die Fraktur wurde mittels geschlossener Reposition und ESIN versorgt.)

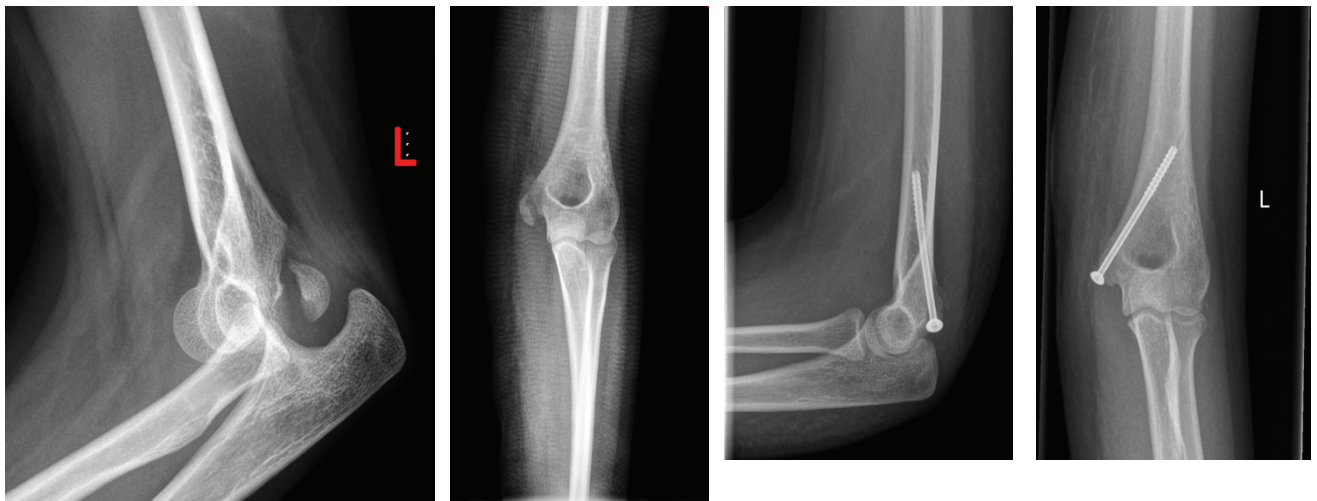


Abb. 5: Röntgenbilder einer dislozierten Epicondylus ulnaris Fraktur

(12-jährige Patientin. Fraktur links nach Sturz beim Fußballspielen. Die Fraktur wurde nach Reposition der Luxation mittels offener Reposition und Schraubenosteosynthese versorgt.)

1.3. Kernfrage

Ellbogenfrakturen stellen Kinderchirurginnen und Kinderchirurgen vor viele Herausforderungen. Einerseits weil sich die körperliche Untersuchung bei Kindern mit schmerzhaften und geschwollenen Gelenken oft schwierig gestaltet, andererseits weil die bildgebende Diagnostik wie etwa Röntgen aufgrund der offenen Epiphysenfugen häufig schwer zu beurteilen sind. Umso mehr ist daher eine genaue und kontinuierliche wissenschaftliche Aufarbeitung dieser Thematik notwendig, um die bestmögliche Behandlung und Therapie zu garantieren. Allerdings war bisher eine epidemiologische Betrachtung von Ellenbogenfrakturen nur selten Inhalt von wissenschaftlichen Untersuchungen. Aus diesem Grund wurde in dieser Arbeit das Ziel gesetzt, die Epidemiologie der Ellenbogenfrakturen im Kindes- und Jugendalter anhand der Daten der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie Graz zu erörtern.

2. Material und Methoden

2.1. Studienpopulation

Die Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie ist Teil des LKH-Universitätsklinikum Graz. Das Universitätsklinikum befindet sich in der Stadt Graz, im Bundesland Steiermark. Graz ist die Landeshauptstadt der Steiermark und mit 280.366 Einwohnern (43.742 < 18 Jahre) (Stand 01.01.2017) die zweitgrößte Stadt Österreichs (21). Die Kinderchirurgie Graz ist das einzige pädiatrische Level 1 Trauma-Zentrum des ganzen Bundeslandes und somit ein wichtiger Standort für die Versorgung der gesamten steirischen Bevölkerung.

2.2. Studiendesign

Das Studiendesign entsprach einer retrospektiven Datenerhebung und -analyse der an der Univ.-Klinik für Kinder- und Jugendchirurgie Graz behandelten pädiatrischen Patientinnen und Patienten. In Addition dazu wurde eine Literaturrecherche zum Studienthema mit Hilfe diverser wissenschaftlicher Datenbanken wie *pubmed*, *ovid* etc. durchgeführt.

2.3. Datenerhebung und -analyse

Zu Beginn wurde ein Antrag zur Beurteilung eines klinischen Forschungsprojektes an die Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz gesendet (EK Nr: 29-251 ex 16/17). Erst nach Prüfung des Antrags und der darauffolgenden positiven Beurteilung wurde mit der Datenerhebung und -analyse begonnen.

Die in der Studie erhobenen Patientendaten entstammen dem vom gesamten Universitätsklinikum benutzten Dokumentations- und Kommunikationssystem openMEDOCS. Wird die Diagnose einer Ellenbogenfraktur vom behandelnden Arzt oder der behandelnden Ärztin mittels einer klinischen Untersuchung und anschließendem Röntgen gestellt, so wird sie zusammen mit der ICD-10 Klassifizierung entsprechenden Codierung (internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme, herausgegeben von der Weltgesundheitsorganisation WHO) in dieses System eingetragen. Alle pädiatrischen Patientinnen und Patienten aus dem Zeitraum 01/2015 – 12/2016 mit zugehöriger

ICD-Codierung (n=558) wurden vom Institut für Medizinische Informatik, Statistik und Dokumentation aus openMEDOCS herausgefiltert und an uns übermittelt. Anschließend wurde die Dokumentation jeder einzelnen Patientin/jedes einzelnen Patienten revidiert. Schlussendlich wurde nach den Studienkriterien aussortiert und 378 Fälle in die Studie übernommen. Die Studienkriterien erforderten:

- Das Vorliegen eine der folgenden Ellenbogenfrakturen:
 - Suprakondyläre Humerusfraktur
 - Supradiakondyläre Humerusfraktur
 - Radiushalsfraktur
 - Condylus radialis Fraktur
 - Epicondylus ulnaris Fraktur
- Alter < 18 Jahre zum Unfallzeitpunkt
- Vorstellung an der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendchirurgie Graz

Im Anschluss wurden die im Folgenden dargestellten Patientendaten aus openMEDOCS entnommen und in das Tabellenkalkulationsprogramm MS Excel übertragen.

- Vor- und Nachname
- Geburtsdatum
- Unfalldatum
- Alter bei Unfall (errechnet)
- Unfalltag (errechnet)
- Unfallmonat
- Unfalljahr
- Unfallursache
- Frakturart
- Gartland Klassifikation bei suprakondylären Humerusfrakturen
- Fraktur offen/geschlossen
- Frakturseite
- Beschreibung der Zusatzverletzungen
- Konservatives oder operatives Vorgehen
- Ambulante oder stationäre Behandlung
- Operationsart der Frakturversorgung
- Geschlossene oder offene Operation
- Dauer des Aufenthaltes

Jeder Patient/jede Patientin erhielt eine anonymisierte ID, die anstatt des tatsächlichen Namens zur weiteren Analyse und Verarbeitung herangezogen wurde.

Die Röntgenbilder aller suprakondylären Humerusfrakturen mussten revidiert werden, um eine Einteilung nach der Gartland Klassifikation durchführen zu können, die in der Dokumentation nicht immer angeführt war.

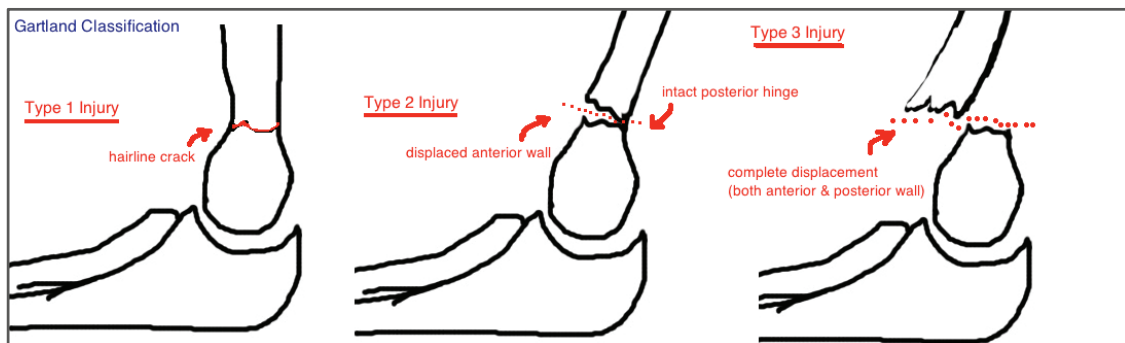


Abb. 6: Gartland Klassifikation

(übernommen aus: Alton TB, Werner SE, Gee AO. Classifications in brief: the Gartland classification of supracondylar humerus fractures. Clin Orthop Relat Res. 2015;473(2):738-41)

Ebenso wurden die Röntgenbilder aller Patientinnen/Patienten, deren Dokumentation Unklarheiten bezüglich der Diagnose oder der Operationstechnik aufwies, nochmals begutachtet. Zur Analyse der ermittelten Daten wurde die Statistik- und Analyse-Software SPSS herangezogen. Mit Hilfe verschiedener Testmethoden wie dem Pearson-Chi-Quadrat Test, Kruskal-Wallis-Test und dem Mann-Whitney-U-Test wurde die statistische Signifikanz der erhaltenen Daten und derer Vergleiche ermittelt. Ein P-Werte $<0,05$ wurde als statistisch signifikant angesehen.

3. Ergebnisse

3.1. Allgemeine Übersicht

3.1.1. Geschlechterspezifische Altersverteilung

Insgesamt wiesen 378 pädiatrische Patientinnen und Patienten eine für die Inklusion in die Arbeit definierte Fraktur im Zeitraum Jänner 2015 - Dezember 2016 auf. Im Mittel war die Studiengruppe 6,8 Jahre alt, mit einer Standardabweichung von 3,5 Jahren. Die männlichen Patienten waren mit 7,12 Jahren etwas älter als die weiblichen Patientinnen mit 6,44 Jahren (siehe Abb.7). Mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Test konnte eine zufällige geschlechterbezogene Altersverteilung bestätigt werden. Der errechnete p-Wert von 0,188 lag über dem Signifikanzniveau von 0,05 und führte somit zur Beibehaltung der Nullhypothese.

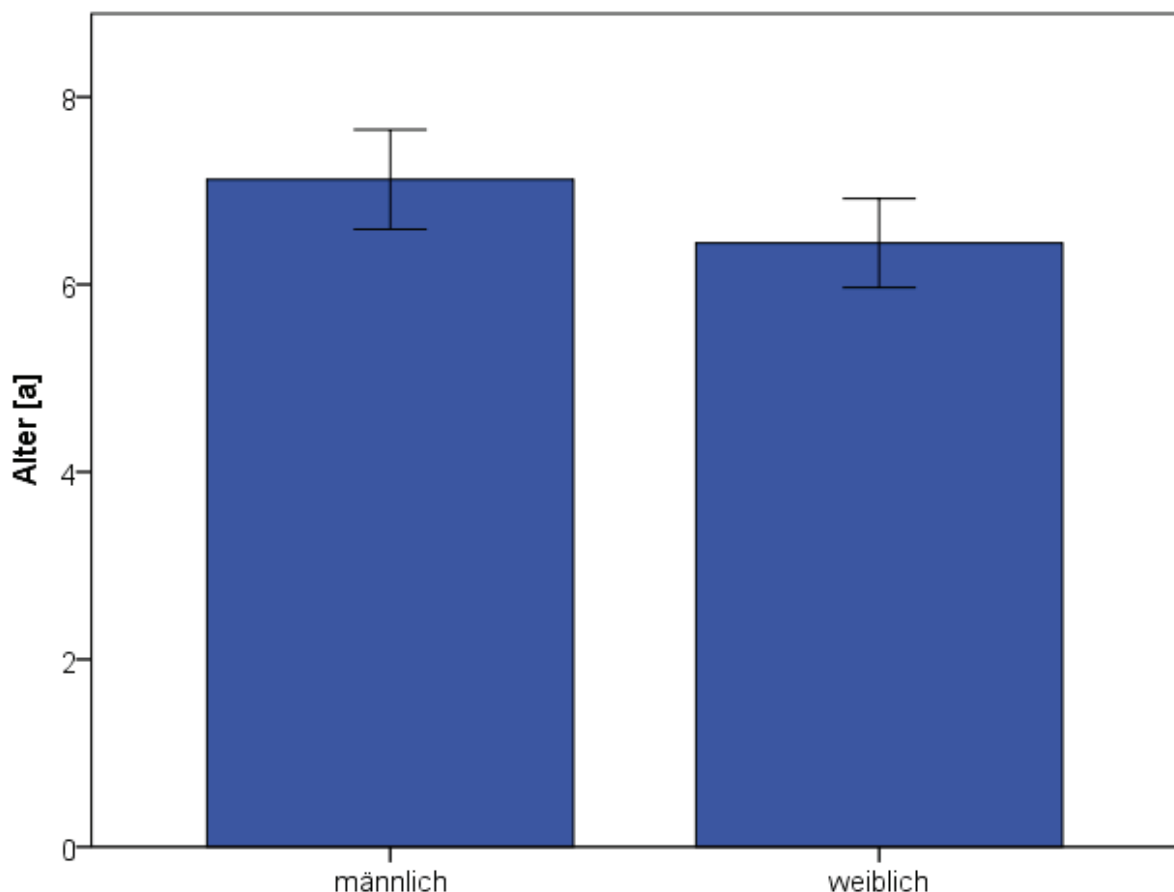


Abb. 7: Altersdurchschnitt mit standard error of means

(378 Patientinnen und Patienten mit Ellenbogenfraktur im Alter von 0-17 Jahren)

3.1.2. Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung

Die suprakondyläre Humerusfraktur war mit 237 Fällen die häufigste aller Ellenbogenfrakturen gefolgt von der Radiushalsfraktur (n=54), der Condylus radialis Fraktur (n=45) und der Epicondylus ulnaris Fraktur. Mit 11 Fällen war die supradiakondyläre Humerusfraktur die bei weitem seltenste Ellenbogenfraktur.

Tabelle 1: frakturspezifische Häufigkeitsverteilung

Frakturart	Häufigkeit absolut	Prozentueller Anteil
<i>Suprakondyläre Humerusfraktur</i>	237	62,7%
<i>Epicondylus ulnaris Fraktur</i>	31	8,2%
<i>Condylus radialis Fraktur</i>	45	11,9%
<i>Radiushalsfraktur</i>	54	14,3%
<i>Supradiakondyläre Humerusfraktur</i>	11	2,9%
Gesamtsumme	378	100%

3.2. Altersverteilung

3.2.1. Altersverteilung nach Frakturtypen

Mit Hilfe des Kruskal-Wallis-Test wurde eine statistische Signifikanz von $p=0,00$ bei einem Signifikanzniveau von 0,05 in der Verteilung des Alters über die Frakturkategorien festgestellt. Wie in Abbildung 8 festgehalten, wird dies vor allem im Vergleich der Epicondylus ulnaris und der suprakondylären Humerusfraktur deutlich. Während die suprakondyläre Humerusfraktur im Schnitt bei jüngeren Patientinnen und Patienten auftrat (Altersmittelwert = 5,83 Jahre), wurden Epicondylus ulnaris Frakturen bei einer im Mittel deutlich älteren Population (Altersmittelwert = 11,16) diagnostiziert ($p<0,05$). Auch die Radiushalsfraktur lag mit einem Altersdurchschnitt von 8,78 Jahren signifikant über dem der suprakondylären Humerusfraktur. Das gleiche galt für die Condylus radialis Fraktur, deren Altersmittelwert einen statistisch signifikanten Unterschied ($p<0,05$) zu dem der suprakondylären Humerusfrakturen und der Radiushalsfraktur aufwies. Die Altersmittelwerte aller Frakturen verhielten sich wie folgt:

- Suprakondyläre Humerusfraktur 5,83 Jahre
- Epicondylus ulnaris Fraktur 11,16 Jahre

- Condylus radialis Fraktur 6,53 Jahre
- Radiushalsfraktur 8,78 Jahre
- Supradiakondyläre Humerusfraktur 6,73 Jahre

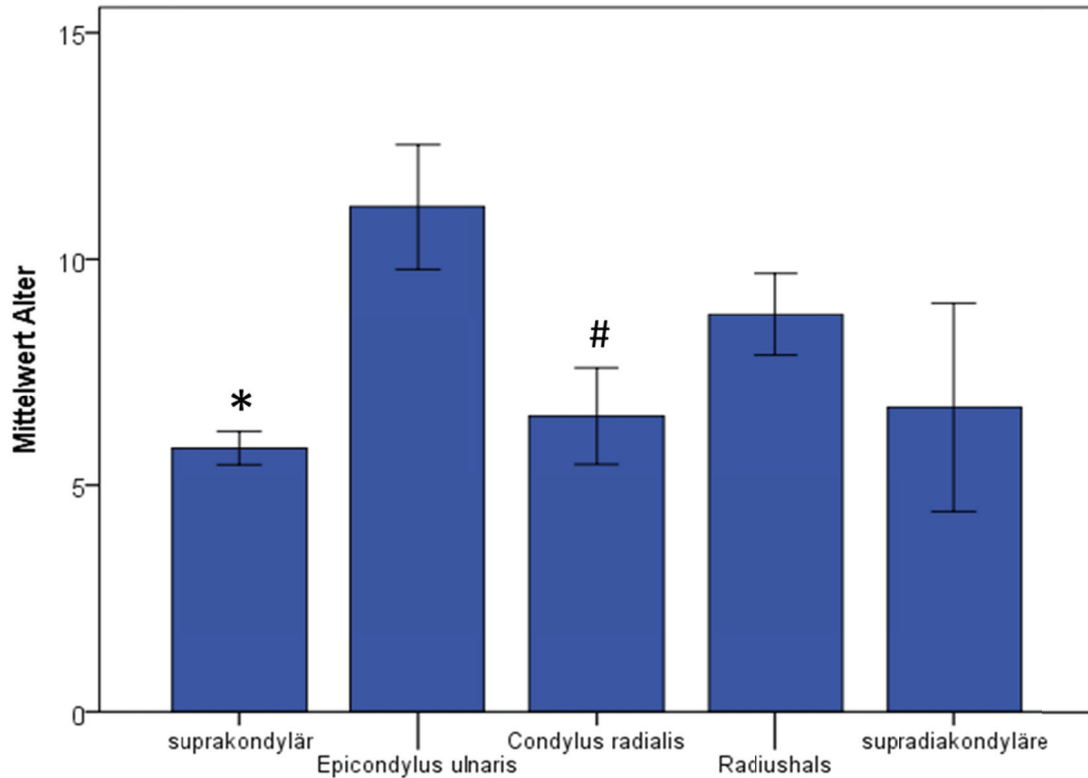


Abb. 8: Altersverteilung nach Frakturtypen

(378 Patientinnen und Patienten mit Ellenbogenfrakturen im Alter von 0-17 Jahren; * $p < 0,05$ vs Epicondylus ulnaris und Radiushals; # $p < 0,05$ vs Epicondylus ulnaris und Radiushals)

3.2.2. Altersverteilung nach Gartland Klassen

Die Gartland Klassifikation dient der Beschreibung von suprakondylären Humerusfrakturen und unterteilt sich in 3 Klassen. Unter die Gartland Klasse 1 fallen nicht verschobene Frakturen, Klasse 2 sind Frakturen mit Teilabkippung aber erhaltener dorsaler Kortikalis und Klasse 3 beschreibt vollständige Dislokationen ohne Kortikaliskontakt (siehe Abbildung 6).

Von 237 Patientinnen und Patienten mit suprakondylärer Humerusfrakturen gab es 126 mit Gartland 1, 46 mit Gartland 2 und 65 mit Gartland 3 Frakturen. Während im Mittel die Patientengruppen der Gartland 1 (5,46 Jahre) und Gartland 2 (5,54 Jahre)

Frakturen beinahe denselben Altersdurchschnitt aufwiesen, war die Gruppe der Personen mit Gartland 3 Frakturen (6,77 Jahre) im Mittel um über ein Jahr älter (siehe Abb. 9). Der Kruskal-Wallis-Test ergab hier eine globale Signifikanz von 0,019. In den paarweisen Vergleichen zeigte sich ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen Gartland 1 und Gartland 3 ($p=0,017$).

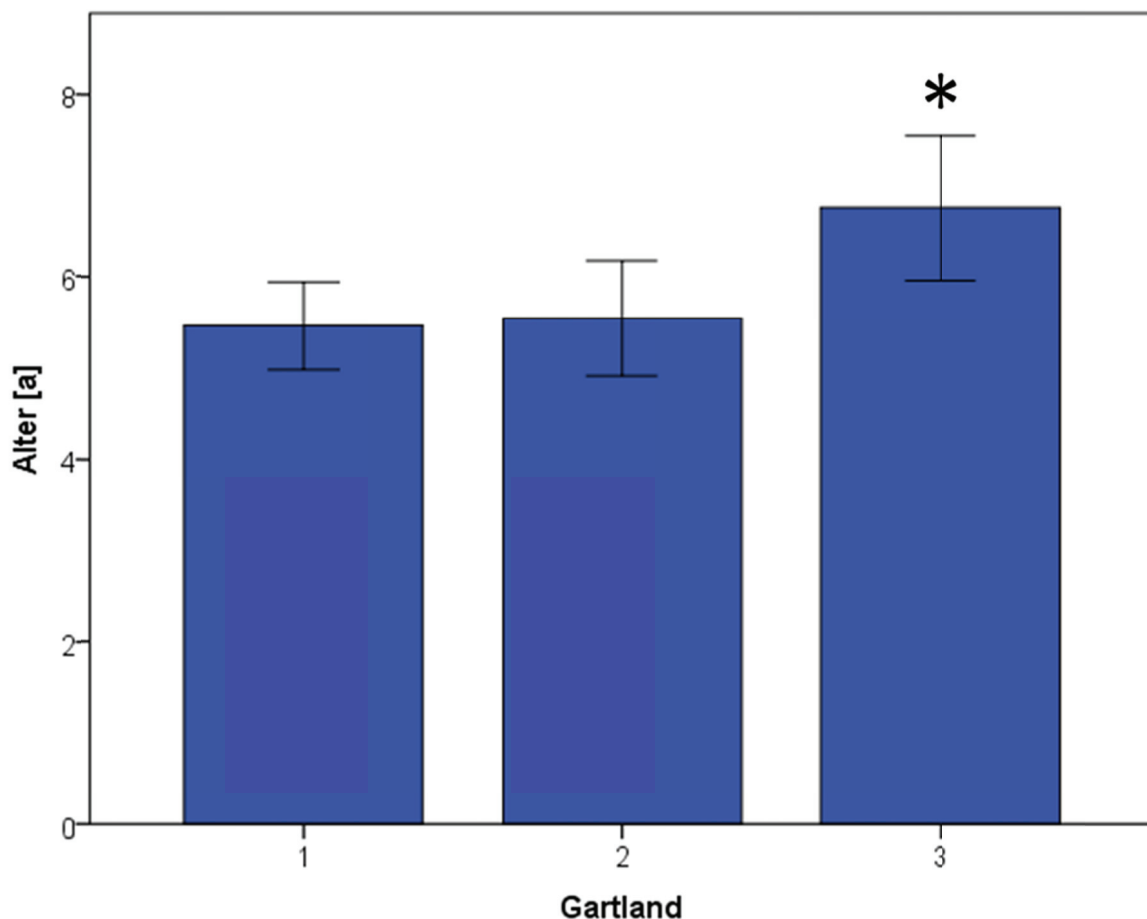


Abb. 9: Mittlere Altersverteilung nach Gartland Klassen

(378 Patientinnen und Patienten mit Ellenbogenfrakturen im Alter von 0-17 Jahren; * $p=0,017$ vs Gartland 1)

3.3. Allgemeine Häufigkeitsverteilungen

3.3.1. Geschlechterspezifisch

Wie in Tabelle 2 ersichtlich, betrafen 52,6% aller Frakturen Mädchen und 47,4% Jungen. In absoluten Zahlen ausgedrückt waren dies 199 männliche und 179 weibliche Fälle.

Tabelle 2: Geschlechterspezifische Häufigkeitsverteilung

Geschlecht	Häufigkeit absolut	Prozentueller Anteil
<i>Männlich</i>	199	52,6%
<i>weiblich</i>	179	47,4%
Gesamtsumme	378	100%

3.3.2. Altersspezifisch

Das Alter aller Patientinnen und Patienten musste sich zur Inklusion in die Studie, zum Unfallzeitpunkt zwischen 0-17 Jahren befinden. Abbildung 10 verdeutlicht die Frakturhäufigkeit bezogen auf das Alter der Patientinnen und Patienten. Zu erkennen war ein stetiger geschlechterübergreifender Anstieg bis zum ersten Peak um das 5. Lebensjahr mit über 50 Ellenbogenfrakturen in dieser Altersgruppe. Der zweite Peak trat je nach Geschlecht bei Mädchen schon im 9. und bei Jungen erst im 10. Lebensjahr auf (siehe Abb. 11). Daraufhin kam es zum Abfall der Inzidenzen, bei Mädchen jedoch deutlich stärker als bei Jungen. Dies wurde vor allem im 14. und 15. Lebensjahr ersichtlich.

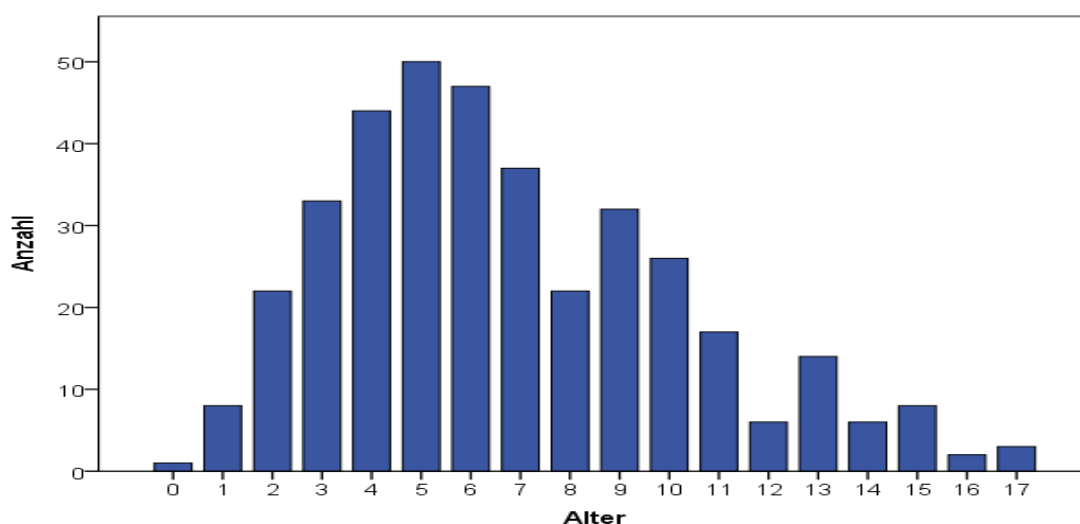


Abb. 10: Geschlechterunspezifische Häufigkeitsverteilung nach Lebensalter
(378 Ellenbogenfrakturen im Kindes- und Jugendalter)

Tabelle 3: Geschlechterunspezifische Häufigkeitsverteilung nach Lebensalter

Alter	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Anzahl	1	8	22	33	44	50	47	37	22	32	26	17	6	14	6	8	2	3
in %	0%	2%	6%	9%	11%	13%	12%	10%	6%	8%	7%	4%	2%	4%	2%	2%	1%	1%

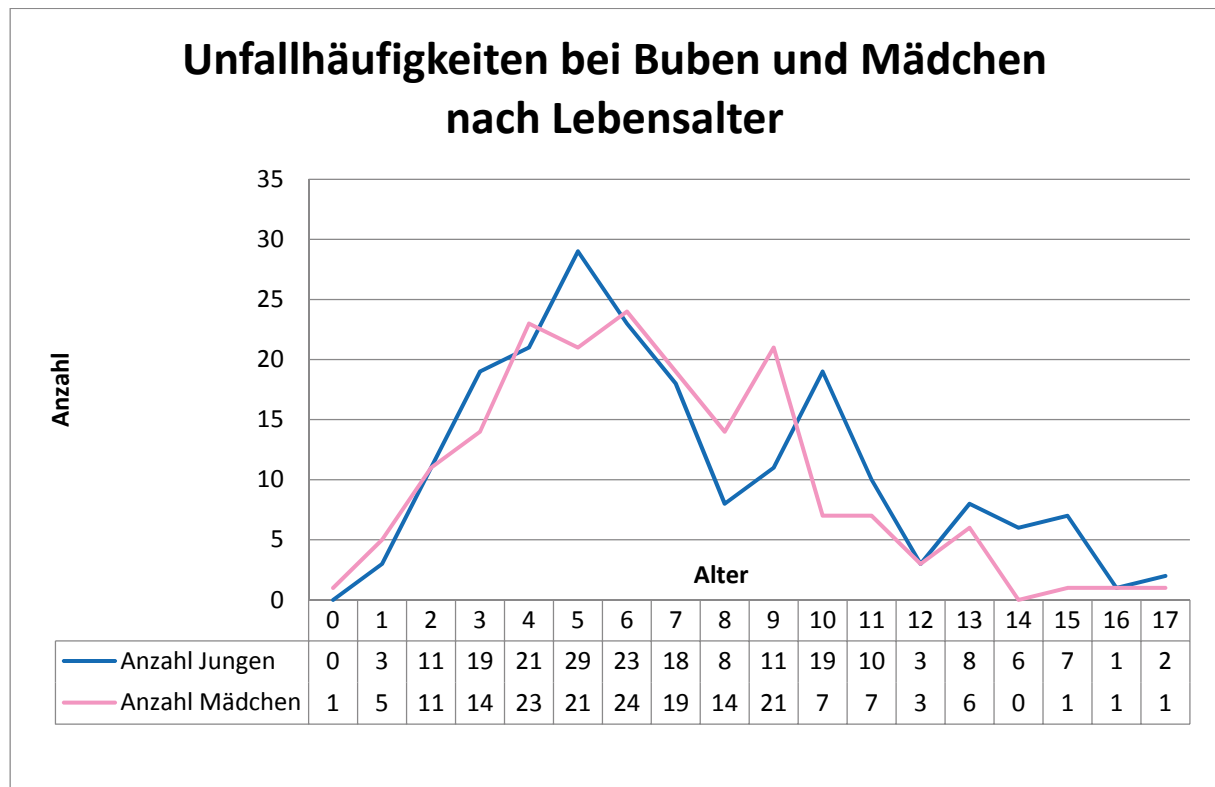


Abb. 11: Geschlechterspezifische Häufigkeitsverteilung nach Lebensalter

3.3.3. Zeitspezifisch

Im Folgenden werden die Frakturinzidenzen bezogen auf die Wochentage, die Monate und die Jahreszeiten beschrieben.

Der Freitag wies mit 65 Fällen die höchste Inzidenz auf, wohingegen am Wochenende die wenigsten Ellenbogenfrakturen auftraten (siehe Tab. 4 und Abb. 12).

Tabelle 4: Wöchentliche Häufigkeitsverteilung

Wochentag	Häufigkeit absolut	Prozentueller Anteil
<i>Montag</i>	49	13,0%
<i>Dienstag</i>	61	16,1%
<i>Mittwoch</i>	58	15,3%
<i>Donnerstag</i>	53	14,0%
<i>Freitag</i>	65	17,2%
<i>Samstag</i>	45	12,0%
<i>Sonntag</i>	47	12,4%
Gesamtsumme	378	100%

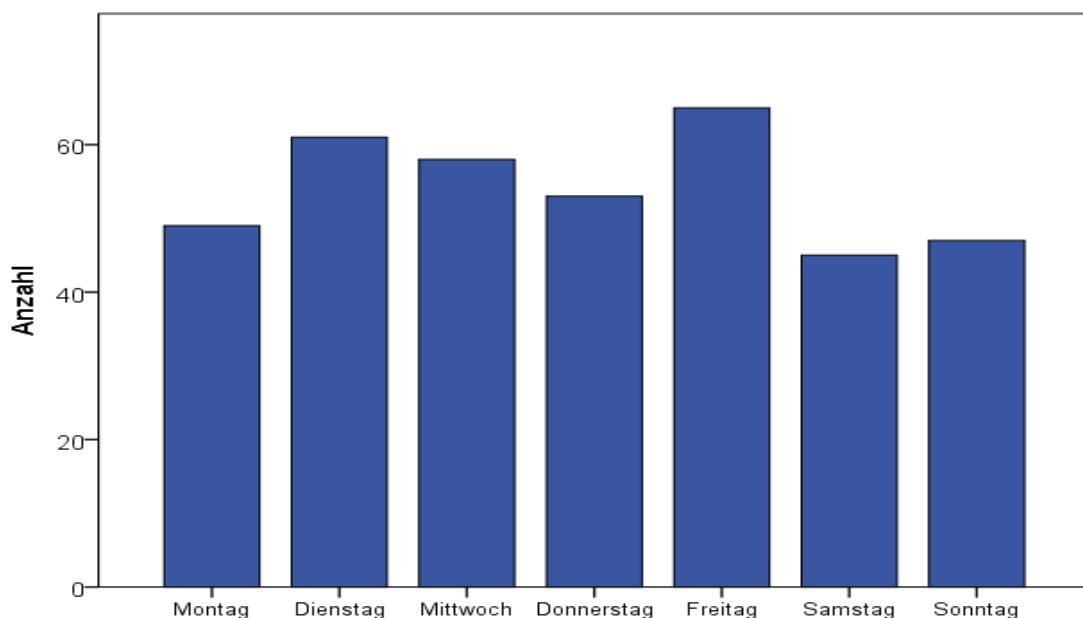


Abb. 12: Wöchentliche Häufigkeitsverteilung

(378 Ellenbogenfrakturen im Kindes- und Jugendalter)

Die Betrachtung der monatlichen Inzidenzen zeigte einen Abfall der Frakturhäufigkeit in den Wintermonaten auf. Während im Sommer 119 Fälle von Ellenbogenfrakturen auftraten, gab es im Winter nicht einmal halb so viele ($n=47$). Der April war mit 12,7% aller Frakturen der am häufigsten und der Februar mit 3,4% der am seltensten betroffene Monat. Tabelle 5 und Abbildung 13 veranschaulichen diese Statistik.

Tabelle 5: Monatliche Häufigkeitsverteilung in Zahlen

Monat	Häufigkeit	Prozentueller Anteil
<i>Jänner</i>	17	4,5%
<i>Februar</i>	13	3,4%
<i>März</i>	23	6,1%
<i>April</i>	48	12,7%
<i>Mai</i>	37	9,8%
<i>Juni</i>	43	11,4%
<i>Juli</i>	40	10,6%
<i>August</i>	36	9,5%
<i>September</i>	44	11,6%
<i>Oktober</i>	29	7,7%
<i>November</i>	31	8,2%
<i>Dezember</i>	17	4,5%
Gesamtsumme	378	100%

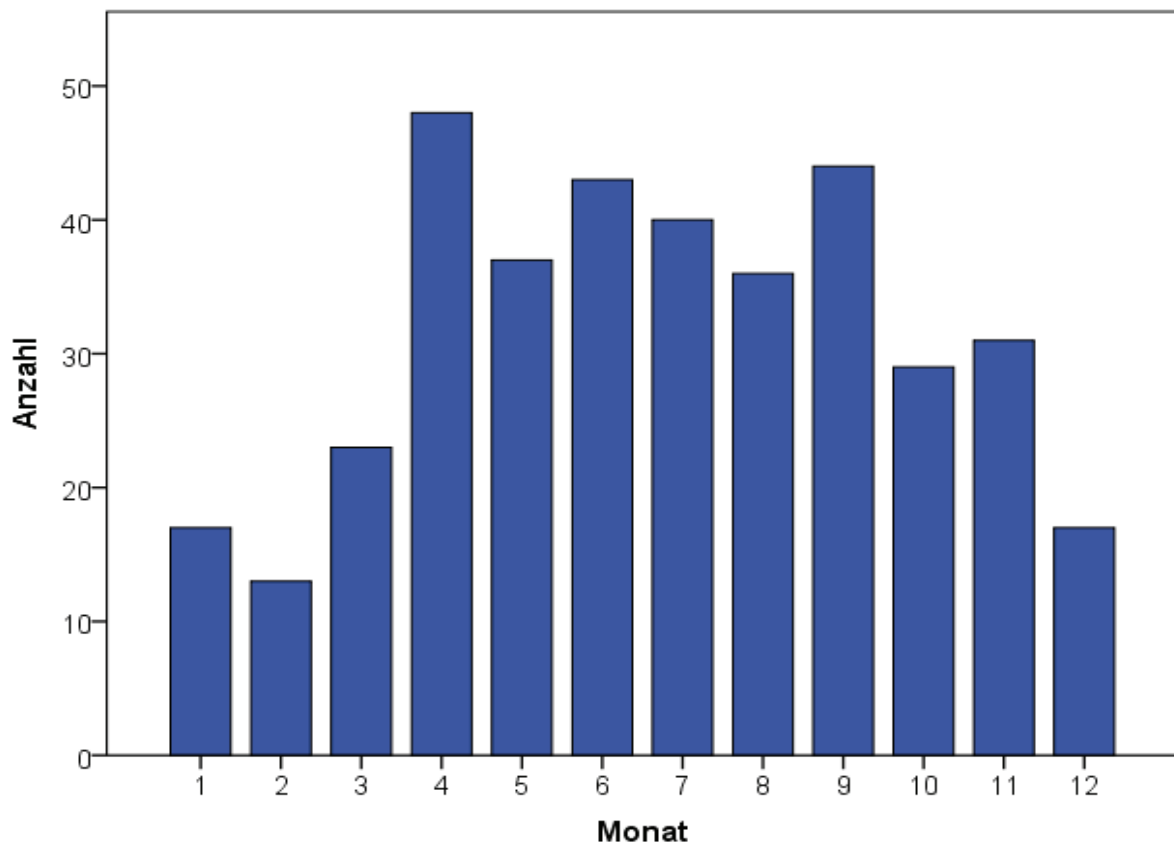


Abb. 13: Monatliche Häufigkeitsverteilung
(378 Ellenbogenfrakturen im Kindes- und Jugendalter)

Die Häufigkeiten in Bezug auf die Jahreszeiten sind in Tabelle 6 und Abbildung 14 ausgewertet. Hier zeigte sich, dass das Frühjahr (28,6%) und der Herbst (27,5%) in etwa gleiche Häufigkeiten aufwiesen, der Sommer mit 31,5% die Jahreszeit mit den meisten und der Winter mit 12,4%-Anteilen mit den wenigsten Frakturen war.

Tabelle 6: Jahreszeitliche Häufigkeitsverteilung in Zahlen

Jahreszeit	Häufigkeit absolut	Prozentueller Anteil
<i>Frühling</i>	108	28,6%
<i>Sommer</i>	119	31,5%
<i>Herbst</i>	104	27,5%
<i>Winter</i>	47	12,4%
Gesamtsumme	378	100%

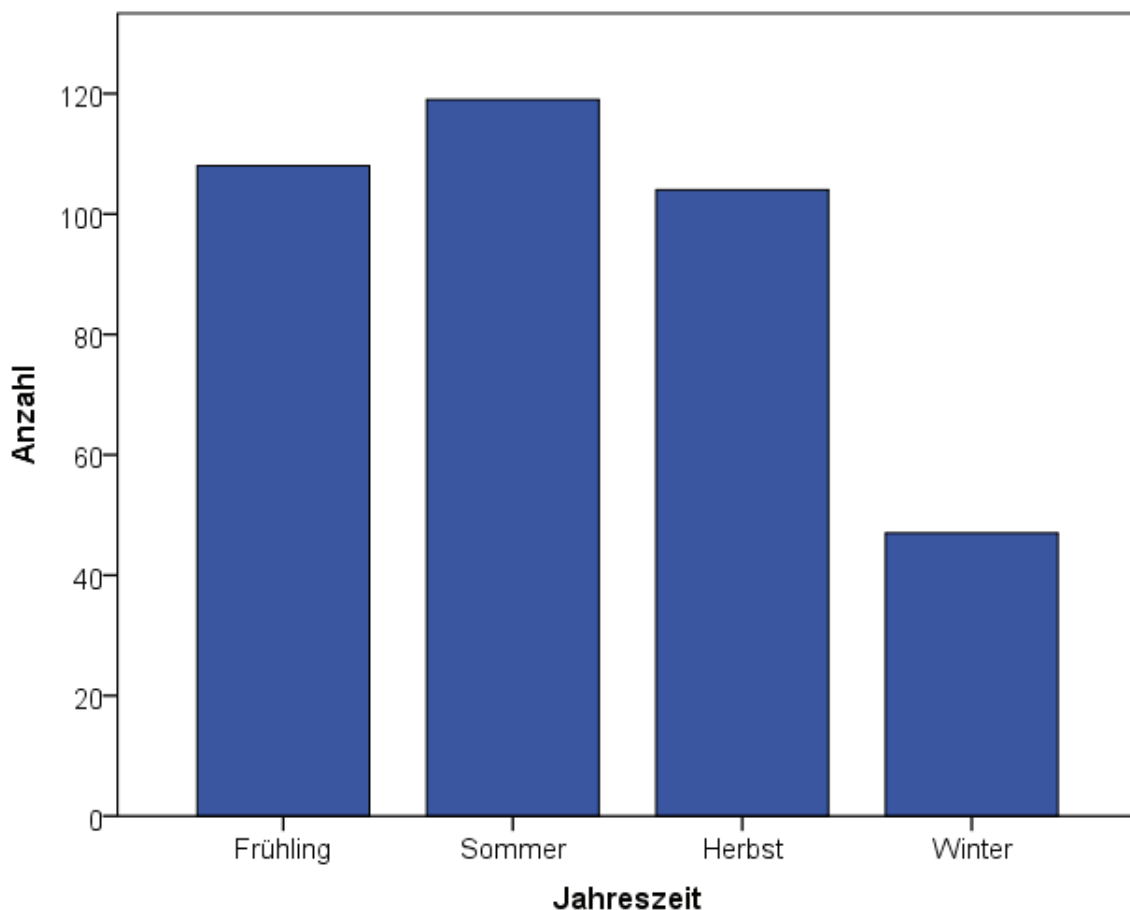


Abb. 14: Jahreszeitliche Häufigkeitsverteilung
(378 Ellenbogenfrakturen im Kindes- und Jugendalter)

3.3.4. Unfallursachen

Tabelle 7 veranschaulicht die Einteilung der Ellenbogenfrakturen nach ihrer Unfallursache. Als häufigste Ursache erwiesen sich Spielunfälle (n=98). Diese Kategorie stellte allerdings eine Gruppierung mehrerer Ursachen, wie zum Beispiel Schaukel- und Klettergerüstunfälle, dar. Der häufigste singuläre für Ellenbogenfrakturen verantwortliche Event war der Trampolinsturz mit 29 Fällen. Die Kategorie „Sonstige Sportunfälle“ umfasst alle Unfälle, die im Rahmen der Ausübung eines Sportes, wie zum Beispiel Fußballspielen zustande kamen, exklusive Fahrradstürze und Skiunfälle, die jeweils als eigene Kategorien angeführt werden. Als Unfall im häuslichen Umfeld wurden all jene Unfälle bezeichnet, die in der Dokumentation entweder mit dem Attribut „zu Hause“ versehen waren, oder in ihrer Beschreibung ein Indiz auf das häusliche Umfeld gaben. Damit gemeint sind Unfälle wie zum Beispiel ein Sturz von der Couch oder dem Küchentisch. Dieselben Kriterien, mit entsprechender Anpassung, galten für die Kategorie „Unfall im schulischen Umfeld“. Unter die Kategorie „sonstige Ursachen“ wurden diverse Fälle wie Sturz mit dem Moped, Stürze im Schwimmbad oder Stürze von Bäumen zusammengefasst, die sich in keine der anderen Kategorien inkludieren ließen. Als „Nicht erhebbar“ wurden Fälle, deren genauere Ursachen nicht klar definiert waren, eingestuft. Zusätzlich gab es 20 Fälle in deren Dokumentation keine Angaben zur Unfallursache gemacht wurden, auch diese wurden in die Kategorie „Nicht erhebbar“ übernommen.

Tabelle 7: Häufigkeitsverteilung nach Unfallursachen

Unfallursache	Häufigkeit absolut	Prozentueller Anteil
<i>Trampolinsturz (singulär)</i>	29	7,7%
<i>Fahrradsturz (singulär)</i>	19	5,0%
<i>Skiunfall (singulär)</i>	7	1,9%
<i>Sonstige Sportunfälle (gruppiert)</i>	47	12,4%
<i>Unfälle im häuslichen Umfeld (gruppiert)</i>	39	10,3%
<i>Spielplatzunfall (gruppiert)</i>	98	25,9%
<i>Unfälle im schulischen Umfeld (gruppiert)</i>	18	4,8%
<i>Sonstige Ursachen (gruppiert)</i>	36	9,5%
<i>Nicht erhebbar (gruppiert)</i>	85	22,5%
Gesamtsumme	378	100%

3.3.5. Ambulante versus stationäre Patienten und Patientinnen

Über den Studienzeitraum hinweg kam es 377 Mal zu geschlossenen und einmal zu einer offenen Fraktur. Diese präsentierte sich als suprakondyläre Humerusfraktur Gartland Typ 3, ereignete sich nach einem Sturz aus einem Fenster im ersten Stock eines Hauses und wurde in offener Operationstechnik mittels Bohrdrahtosteosynthese versorgt. Insgesamt wurden 228 Patientinnen und Patienten ambulant und 150 stationär behandelt (siehe Tab.8).

Tabelle 8: Häufigkeiten - ambulante Behandlung versus stationäre Behandlung

	Häufigkeit absolut	Prozentueller Anteil
<i>Ambulant</i>	228	60,3%
<i>Stationär</i>	150	39,7%
Gesamtsumme	378	100%

3.3.6. Liegedauer stationärer Patienten und Patientinnen

Wie in Tabelle 9 ersichtlich belief sich die Liegedauer der stationär behandelten Patienten und Patientinnen in 87,3% der Fälle auf 2-4 Tage. Im Mittel lag die Liegedauer bei 3,52 Tagen mit einer Standardabweichung von 1,654 Tagen. Das mit Abstand am längsten stationär behandelte Kind lag aufgrund eines Battered-Child-Syndroms für 17 Tage auf der Kinder-und Jugendchirurgie Graz.

Tabelle 9: Stationäre Liegedauer in Tagen

Liegedauer in Tagen	Häufigkeit absolut	Prozentueller Anteil
2	27	18,0%
3	68	45,3%
4	36	24,0%
5	8	2,1%
6	3	0,8%
7	5	1,3%
8	2	0,5%
17	1	0,3%
Gesamtsumme	150	100%

3.3.7. Konservative versus operative Behandlungsverfahren

148 der 150 stationär behandelten Kindern und Jugendlichen wurden operativ versorgt (siehe Tab.10).

Tabelle 10: Häufigkeiten - konservative Behandlung versus operative Behandlung

Behandlung	Häufigkeit absolut	Prozentueller Anteil
<i>Konservativ</i>	230	60,8%
<i>Operativ</i>	148	39,2%
Gesamtsumme	378	100%

3.3.8. Operationstechniken

Die Art der operativen Behandlung wurde, wie in Tabelle 11 ersichtlich, in 3 Kategorien unterteilt. Unter „Andere Operationstechnik“ wurden mehrere Techniken aufgrund ihrer seltenen Anwendung in einer Kategorie zusammengefasst (wie zum Beispiel die Plattenosteosynthese).

Tabelle 11: Häufigkeitsverteilung nach Operationstechniken

Operationstechnik	Häufigkeit absolut	Prozentueller Anteil
<i>Bohrdrahtosteosynthese</i>	106	72%
<i>ESIN</i>	15	10%
<i>Andere Operationstechnik</i>	27	18%
Gesamtsumme	148	100%

Tabelle 12 zeigt, dass ein offener Zugangsweg zur operativen Versorgung der Fraktur in 37,2% und ein geschlossener in 62,8% der Fälle gewählt wurde.

Tabelle 12: Häufigkeiten - offene Operation versus geschlossene Operation

	Häufigkeit absolut	Prozentueller Anteil
<i>Offene Operation</i>	55	37,2%
<i>Geschlossene Operation</i>	93	62,8%
Gesamtsumme	148	100%

3.3.9. Zusatzverletzungen

Insgesamt traten bei 15,6% aller Patientinnen und Patienten Zusatzverletzungen auf. Nervenläsionen wie die Medianus- oder Ulnarisläsion zählten zu den häufigsten Zusatzverletzungen. Neben diesen wurden in der Kategorie „Zusatzverletzungen“ auch sekundäre Rotationsfehlstellungen und sekundäre Dislokationen mitgezählt.

Tabelle 13: Zusatzverletzungen - vorhanden versus nicht vorhanden

Zusatzverletzungen	Häufigkeit absolut	Prozentueller Anteil
<i>Vorhanden</i>	59	15,6%
<i>Nicht vorhanden</i>	319	84,4%
Gesamtsumme	378	100%

3.4. Kreuztabellen – spezifische Häufigkeitsverteilung

Im folgenden Kapitel werden statistische Vergleiche mehrerer Parameter angestellt und beschrieben. Die Signifikanz der Unterschiede bei den gegenübergestellten Parametern wurde, wie für Kreuztabellen üblich, mittels Pearson-Chi-Quadrat-Test ermittelt.

3.4.1. Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung der Geschlechter

Tabelle 14 zeigt die frakturspezifische Verteilung der Geschlechter in Zahlen. Laut Pearson-Chi-Quadrat-Test bestand darin kein signifikanter Unterschied. Die errechnete Signifikanz betrug $p=0,075$ und lag somit über dem Signifikanzniveau von 0,05. Abbildung 15 stellt die Unterschiede zur besseren Veranschaulichung grafisch dar. Evident wird, dass der größte geschlechterspezifische Unterschied in der Epicondylus ulnaris Fraktur bestand. Hier waren 71% der Betroffenen männlich und 29% weiblich.

Tabelle 14: Kreuztabelle – Fraktur*Geschlecht

	Männlich	Weiblich	Gesamtsumme
<i>Suprakond.</i>	123	114	237
<i>Epicond. Uln.</i>	22	9	31
<i>Cond. Rad.</i>	27	18	45
<i>Radiushals</i>	22	32	54
<i>Supradiakond.</i>	5	6	11
Gesamtsumme	199	179	378

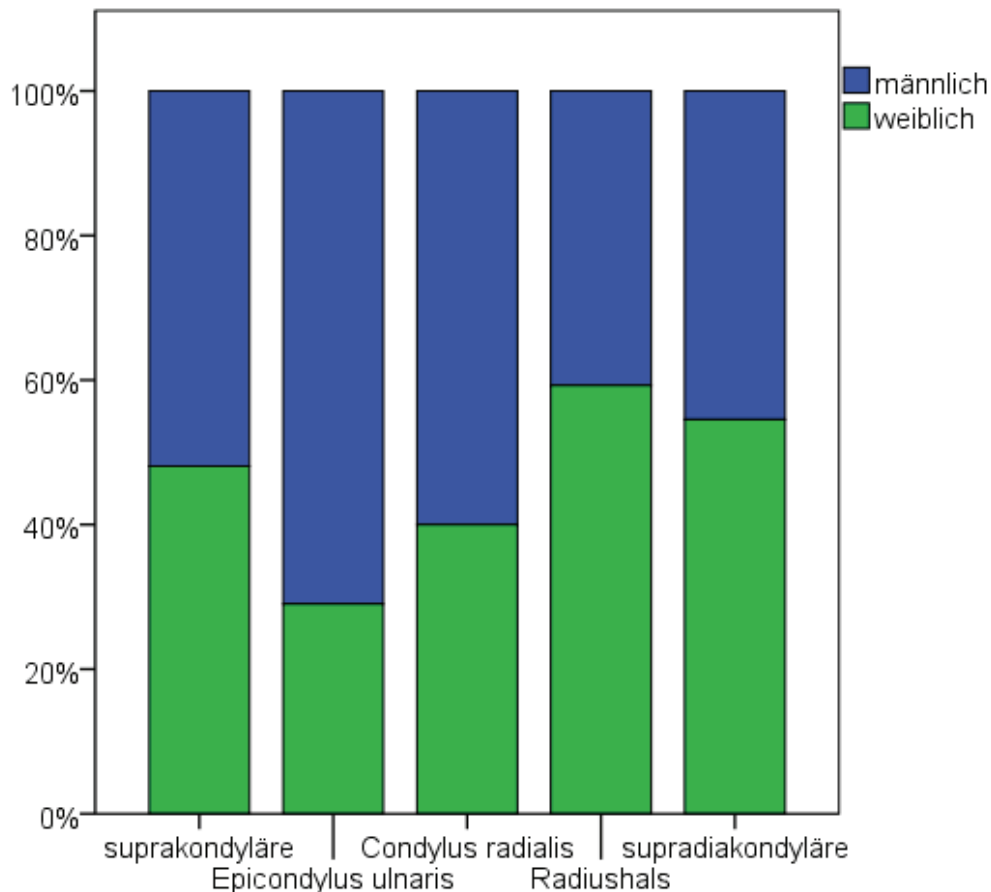


Abb. 15: Frakturspezifische Geschlechterverteilung
(378 Ellenbogenfrakturen im Kindes- und Jugendalter)

3.4.2. Frakturspezifische monatliche Häufigkeitsverteilung

In Tabelle 15 werden die monatlichen Unterschiede der Frakturzahlen zu den Frakturtypen beschrieben. Auffällig ist, dass im Jänner außer einer Condylus radialis Fraktur ausschließlich suprakondyläre Humerusfrakturen auftraten. Mit 70,6% aller Frakturen im Dezember ereigneten sich auch in diesem Monat überdurchschnittlich viele suprakondyläre Humerusfrakturen. Obwohl der April mit 48 Fällen der Monat mit den meisten Vorfällen war, fanden die Mehrheit aller Radiushalsfrakturen im Oktober und die der Condylus radialis im August statt. In der monatlichen Verteilung der Frakturtypen bestand kein signifikanter Unterschied ($p=0,235$). Abbildung 16 hält die Daten der Kreuztabelle in grafischer Form fest.

Tabelle 15: Kreuztabelle – Fraktur*Monat

		Monat												Gesamtsumme
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
suprakondyläre Humerusfraktur	Anzahl	16	7	15	30	23	29	22	23	28	15	17	12	237
	% in Fraktur	6.8%	3.0%	6.3%	12.7%	9.7%	12.2%	9.3%	9.7%	11.8%	6.3%	7.2%	5.1%	100.0%
	% in Monat	94.1%	53.8%	65.2%	62.5%	62.2%	67.4%	55.0%	63.9%	63.6%	51.7%	54.8%	70.6%	62.7%
Epicondylus ulnaris Fraktur	Anzahl	0	0	1	5	3	4	3	3	2	5	4	1	31
	% in Fraktur	0.0%	0.0%	3.2%	16.1%	9.7%	12.9%	9.7%	9.7%	6.5%	16.1%	12.9%	3.2%	100.0%
	% in Monat	0.0%	0.0%	4.3%	10.4%	8.1%	9.3%	7.5%	8.3%	4.5%	17.2%	12.9%	5.9%	8.2%
Condylus radialis Fraktur	Anzahl	1	3	4	5	3	4	6	7	5	3	3	1	45
	% in Fraktur	2.2%	6.7%	8.9%	11.1%	6.7%	8.9%	13.3%	15.6%	11.1%	6.7%	6.7%	2.2%	100.0%
	% in Monat	5.9%	23.1%	17.4%	10.4%	8.1%	9.3%	15.0%	19.4%	11.4%	10.3%	9.7%	5.9%	11.9%
Radiushalsfraktur	Anzahl	0	3	2	8	8	5	6	2	9	5	6	0	54
	% in Fraktur	0.0%	5.6%	3.7%	14.8%	14.8%	9.3%	11.1%	3.7%	16.7%	9.3%	11.1%	0.0%	100.0%
	% in Monat	0.0%	23.1%	8.7%	16.7%	21.6%	11.6%	15.0%	5.6%	20.5%	17.2%	19.4%	0.0%	14.3%
supradiakondyläre Humerusfraktur	Anzahl	0	0	1	0	0	1	3	1	0	1	1	3	11
	% in Fraktur	0.0%	0.0%	9.1%	0.0%	0.0%	9.1%	27.3%	9.1%	0.0%	9.1%	9.1%	27.3%	100.0%
	% in Monat	0.0%	0.0%	4.3%	0.0%	0.0%	2.3%	7.5%	2.8%	0.0%	3.4%	3.2%	17.6%	2.9%
Gesamtsumme	Anzahl	17	13	23	48	37	43	40	36	44	29	31	17	378
	% in Fraktur	4.5%	3.4%	6.1%	12.7%	9.8%	11.4%	10.6%	9.5%	11.6%	7.7%	8.2%	4.5%	100.0%
	% in Monat	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

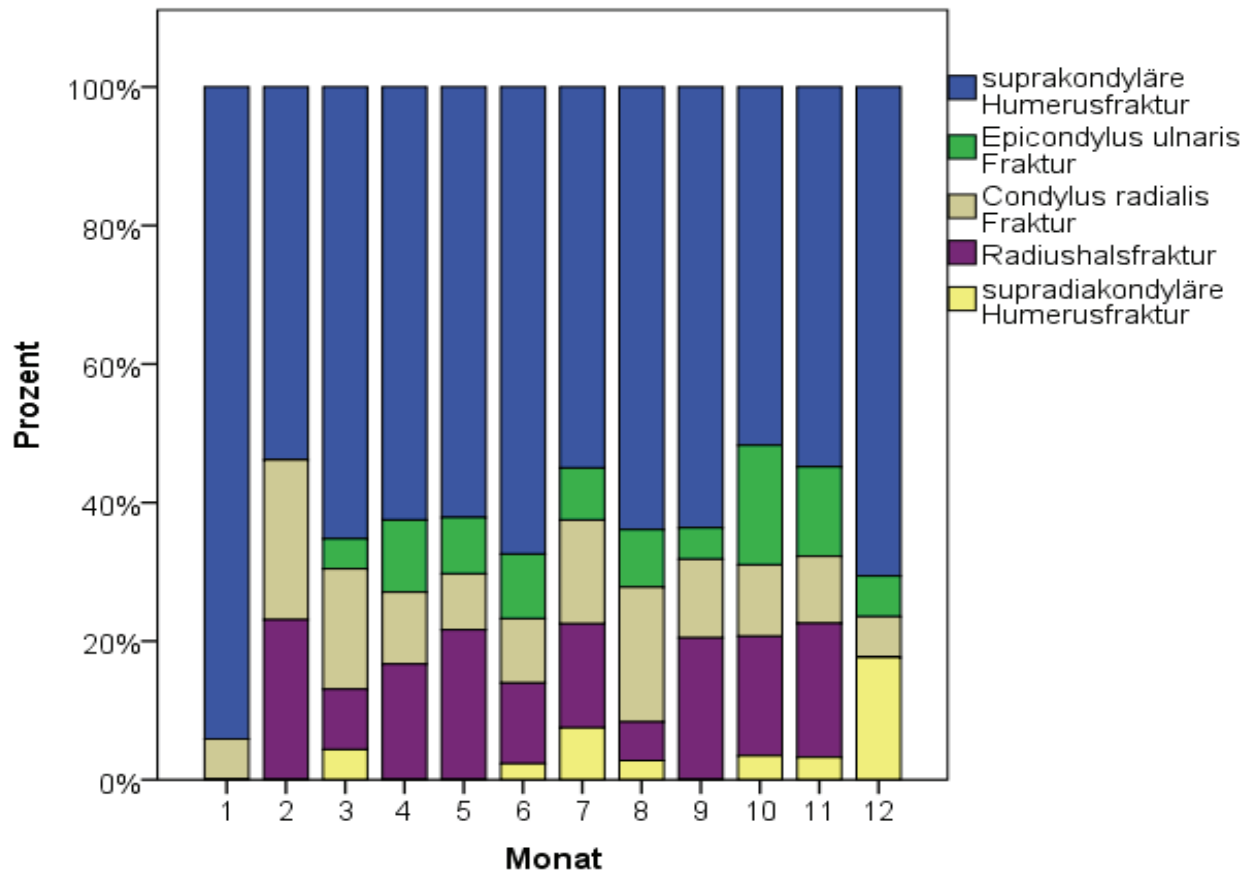


Abb. 16: Frakturspezifische monatliche Häufigkeitsverteilung
(378 Ellenbogenfrakturen im Kindes- und Jugendalter)

3.4.3. Frakturspezifische jahreszeitliche Häufigkeitsverteilung

Die jahreszeitliche Verteilung der Frakturtypen ist in Tabelle 16 angeführt. Wie auch schon in Tabelle 15 und Abbildung 16 erkennbar, zeigte sich eine ganzjährige Dominanz der suprakondylären Humerusfraktur, die in den Wintermonaten besonders stark ausgeprägt war. Die Radiushalsfraktur wies die höchste Inzidenzrate im Herbst ($n=20$) und im Frühling ($n=18$) auf, wohingegen im Winter nur 3 Fälle dokumentiert wurden. Die Condylus radialis Fraktur galt im Sommer mit 17 Fällen als die zweithäufigste Fraktur, was sich auch in den Anteilzahlen wiederfindet. 37,8% aller Condylus radialis Frakturen fanden zu dieser Jahreszeit statt. Die Radiushalsfraktur zeigte eine Häufung im Herbst, in dem 37,0% aller Frakturen dieses Typs auftraten. Mit einem Wert von $p>0,05$ war die jahreszeitliche Verteilung der Frakturtypen statistisch nicht signifikant.

Tabelle 16: Kreuztabelle - Fraktur*Jahreszeit

		Jahreszeit				Gesamtsumme
		Frühling	Sommer	Herbst	Winter	
suprakondyläre Humerusfraktur	Anzahl	68	74	60	35	237
	% in Fraktur	28.7%	31.2%	25.3%	14.8%	100.0%
	% in Jahreszeit	63.0%	62.2%	57.7%	74.5%	62.7%
Epicondylus ulnaris Fraktur	Anzahl	9	10	11	1	31
	% in Fraktur	29.0%	32.3%	35.5%	3.2%	100.0%
	% in Jahreszeit	8.3%	8.4%	10.6%	2.1%	8.2%
Condylus radialis Fraktur	Anzahl	12	17	11	5	45
	% in Fraktur	26.7%	37.8%	24.4%	11.1%	100.0%
	% in Jahreszeit	11.1%	14.3%	10.6%	10.6%	11.9%
Radiushalsfraktur	Anzahl	18	13	20	3	54
	% in Fraktur	33.3%	24.1%	37.0%	5.6%	100.0%
	% in Jahreszeit	16.7%	10.9%	19.2%	6.4%	14.3%
supradiakondyläre Humerusfraktur	Anzahl	1	5	2	3	11
	% in Fraktur	9.1%	45.5%	18.2%	27.3%	100.0%
	% in Jahreszeit	0.9%	4.2%	1.9%	6.4%	2.9%
Gesamtsumme	Anzahl	108	119	104	47	378
	% in Fraktur	28.6%	31.5%	27.5%	12.4%	100.0%
	% in Jahreszeit	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

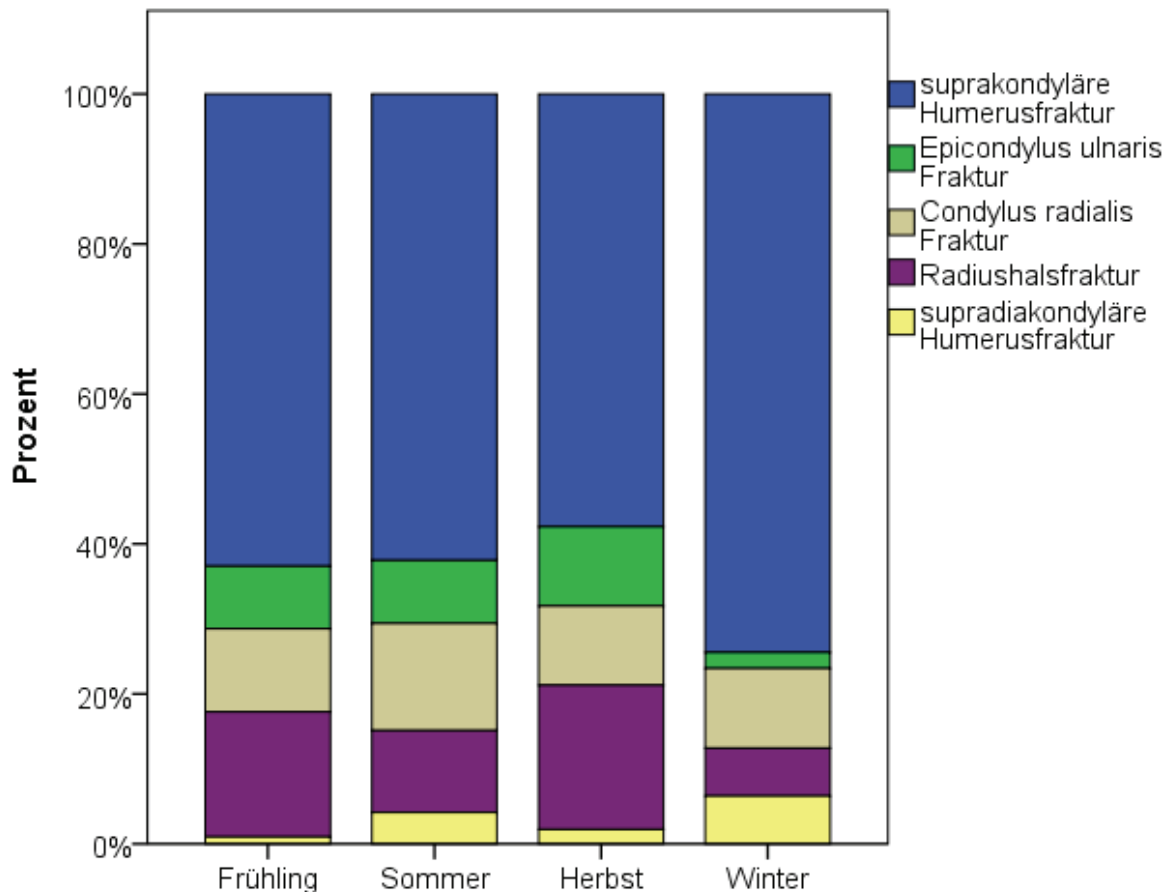


Abb. 17: Frakturspezifische jahreszeitliche Häufigkeitsverteilung
(378 Ellenbogenfrakturen im Kindes- und Jugendalter)

3.4.4. Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung nach Unfallursachen

Tabelle 17 erörtert die absolute Häufigkeitsverteilung nach Unfallursachen. In absoluten Zahlen stehen die suprakondylären Humerusfrakturen nach Spielplatzunfällen hervor. 68 Fälle ereigneten sich nach Stürzen von Klettergerüsten, Schaukeln und anderen Unfällen ähnlicher Spielgeräte. Sportunfälle waren in unserer Studienpopulation mit 25,8% die häufigste Ursache für Epicondylus ulnaris Frakturen (n=8). Betrachtet man die Anteilszahlen, fällt einem der hohe Anteil an supradiakondylären Frakturen in der Kategorie der Skiunfälle auf. Während dieser Frakturtyp nur 2,9% aller 378 Frakturen ausmachte, war er in 28,6% das Resultat eines Skiunfalls. Die Verteilung der Frakturtypen nach den Kategorien der Unfallursache war statistisch signifikant ($p < 0,05$).

Tabelle 17: Kreuztabelle – Fraktur*Unfallursache

		Unfallursache									
		Trampolin- sturz	Fahrrad	Sportunfall	Skiunfall	Unfall im häuslichen Umfeld	Spielplatz- unfall	Unfall in der Schule	sonstige	nicht erhebbar	Gesamt- summe
suprakondyläre Humerusfraktur	Anzahl	16	13	28	5	25	68	12	22	48	237
	% in Fraktur	6.8%	5.5%	11.8%	2.1%	10.5%	28.7%	5.1%	9.3%	20.3%	100.0%
	% in Unfallursache	55.2%	68.4%	59.6%	71.4%	64.1%	69.4%	66.7%	61.1%	56.5%	62.7%
Epicondylus ulnaris Fraktur	Anzahl	5	1	8	0	2	6	1	3	5	31
	% in Fraktur	16.1%	3.2%	25.8%	0.0%	6.5%	19.4%	3.2%	9.7%	16.1%	100.0%
	% in Unfallursache	17.2%	5.3%	17.0%	0.0%	5.1%	6.1%	5.6%	8.3%	5.9%	8.2%
Condylus radialis Fraktur	Anzahl	5	1	5	0	7	11	1	5	10	45
	% in Fraktur	11.1%	2.2%	11.1%	0.0%	15.6%	24.4%	2.2%	11.1%	22.2%	100.0%
	% in Unfallursache	17.2%	5.3%	10.6%	0.0%	17.9%	11.2%	5.6%	13.9%	11.8%	11.9%
Radiushalsfraktur	Anzahl	3	4	6	0	3	11	3	3	21	54
	% in Fraktur	5.6%	7.4%	11.1%	0.0%	5.6%	20.4%	5.6%	5.6%	38.9%	100.0%
	% in Unfallursache	10.3%	21.1%	12.8%	0.0%	7.7%	11.2%	16.7%	8.3%	24.7%	14.3%
supradiakondyläre Humerusfraktur	Anzahl	0	0	0	2	2	2	1	3	1	11
	% in Fraktur	0.0%	0.0%	0.0%	18.2%	18.2%	18.2%	9.1%	27.3%	9.1%	100.0%
	% in Unfallursache	0.0%	0.0%	0.0%	28.6%	5.1%	2.0%	5.6%	8.3%	1.2%	2.9%
Gesamtsumme	Anzahl	29	19	47	7	39	98	18	36	85	378
	% in Fraktur	7.7%	5.0%	12.4%	1.9%	10.3%	25.9%	4.8%	9.5%	22.5%	100.0%
	% in Unfallursache	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

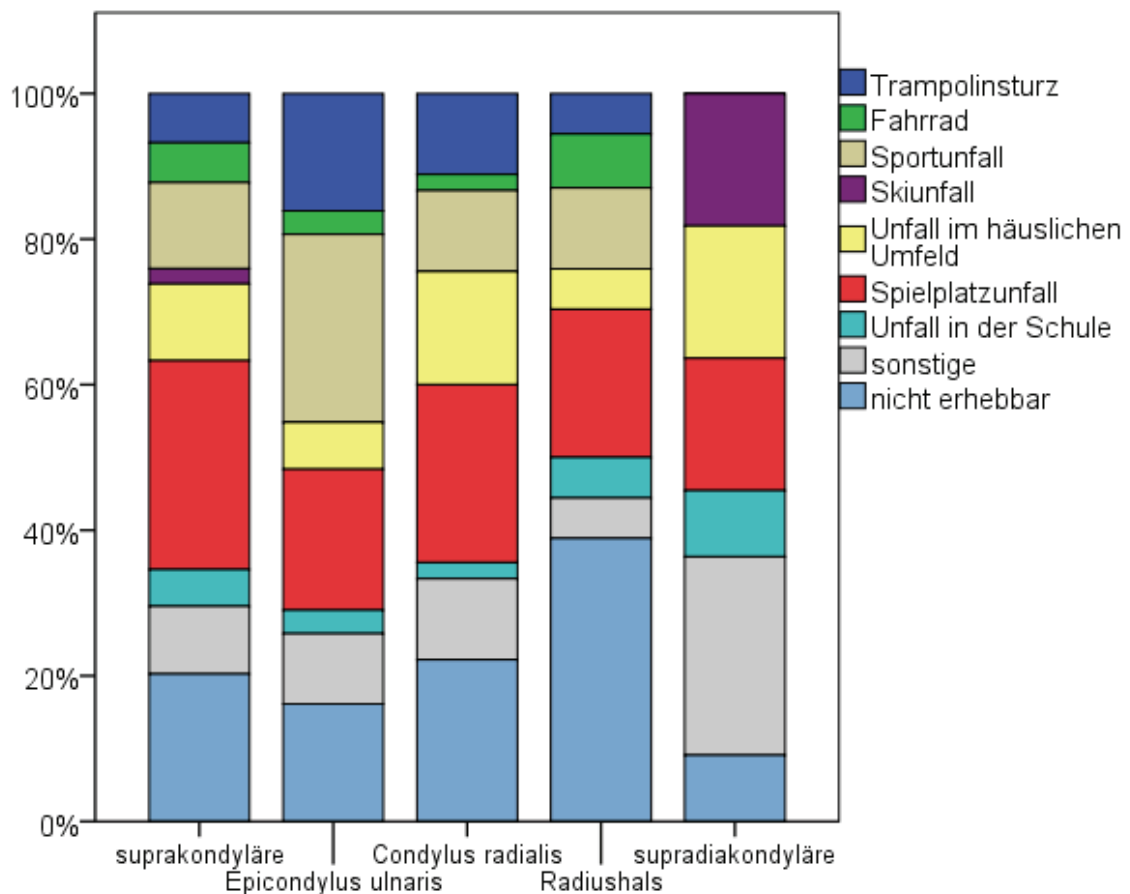


Abb. 18: Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung nach Unfallursachen
(378 Ellenbogenfrakturen im Kindes- und Jugendalter)

3.4.5. Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung nach Behandlungsverfahren

Die Unterschiede in den Behandlungsverfahren wiesen laut Pearson-Chi-Quadrat-Test eine statistische Signifikanz auf ($p=0,00$). Die Unterschiede waren vor allem anhand der supradiakondylären Humerusfraktur und der Radiushalsfraktur erkennbar. Im Gegensatz zu 81,8% aller supradiakondylären Frakturen wurden nur 24,1% der Radiushalsfrakturen operativ versorgt. Am zweithäufigsten führte die Epicondylus ulnaris mit 67,7% zu einer Operation (siehe Tab. 18 und Abb. 19).

Tabelle 18: Kreuztabelle - Fraktur*Behandlung

		Behandlung		Gesamtsumme
		konservativ	operativ	
suprakondyläre Humerusfraktur	Anzahl	151	86	237
	% in Fraktur	63.7%	36.3%	100.0%
	% in Behandlung	65.7%	58.1%	62.7%
Epicondylus ulnaris Fraktur	Anzahl	10	21	31
	% in Fraktur	32.3%	67.7%	100.0%
	% in Behandlung	4.3%	14.2%	8.2%
Condylus radialis Fraktur	Anzahl	26	19	45
	% in Fraktur	57.8%	42.2%	100.0%
	% in Behandlung	11.3%	12.8%	11.9%
Radiushalsfraktur	Anzahl	41	13	54
	% in Fraktur	75.9%	24.1%	100.0%
	% in Behandlung	17.8%	8.8%	14.3%
supradiakondyläre Humerusfraktur	Anzahl	2	9	11
	% in Fraktur	18.2%	81.8%	100.0%
	% in Behandlung	0.9%	6.1%	2.9%
Gesamtsumme	Anzahl	230	148	378
	% in Fraktur	60.8%	39.2%	100.0%
	% in Behandlung	100.0%	100.0%	100.0%

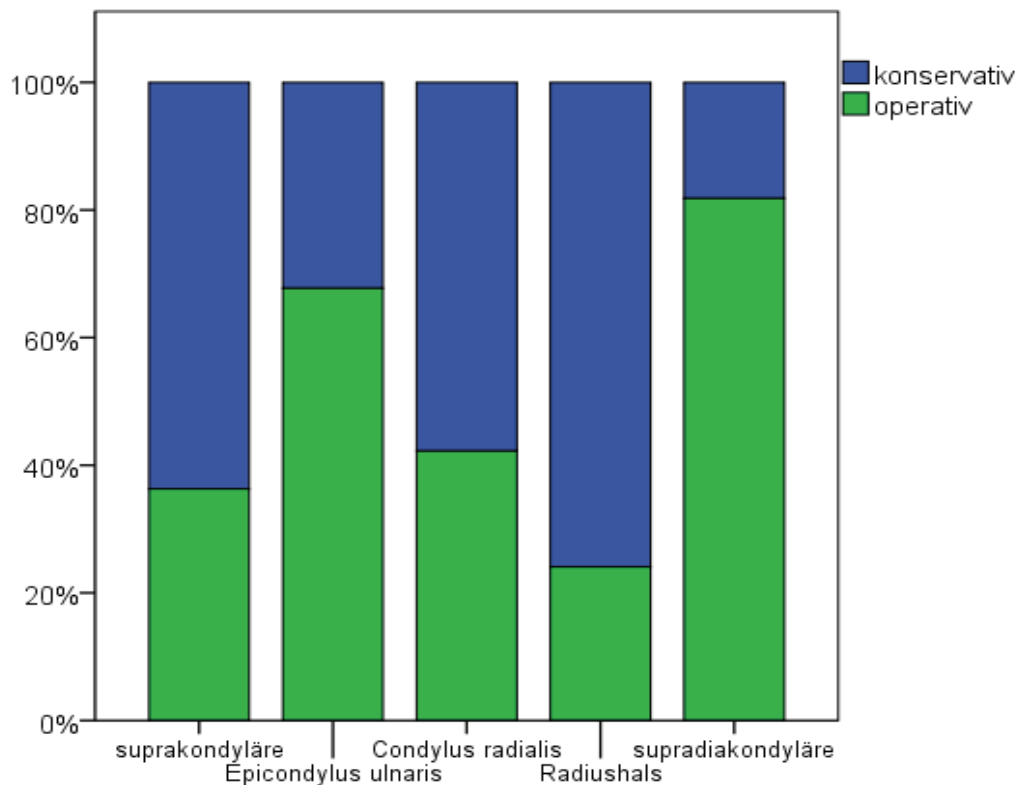


Abb. 19: Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung nach Behandlungsverfahren (378 Ellenbogenfrakturen im Kindes- und Jugendalter)

3.4.6. Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung nach Operationsverfahren

Die Operationsverfahren werden in geschlossene und offene Technik unterteilt. Während die offene einen Hautschnitt erfordert, fixiert man die Fraktur in der geschlossenen Technik durch die Hautbarriere hindurch. Wie Tabelle 19 und Abbildung 20 deutlich zeigen, erforderten vor allem die Epicondylus ulnaris Fraktur (95,2%) und die Condylus radialis Fraktur (94,7%) ein offenes Operationsverfahren. Wohingegen die suprakondyläre Humerusfraktur in 89,5% und die Radiushalsfraktur in 84,6% der Fälle in geschlossener Technik operiert wurden. Es bestand eine statistische Signifikanz in dieser Gegenüberstellung ($p=0,00$).

Tabelle 19: Kreuztabelle - Fraktur*geschlossen/offen

		OP-Verfahren		
		geschlossen	offen	Gesamtsumme
suprakondyläre Humerusfraktur	Anzahl	77	9	86
	% in Fraktur	89.5%	10.5%	100.0%
	% in geschlossen/offen	82.8%	16.4%	58.1%
Epicondylus ulnaris Fraktur	Anzahl	1	20	21
	% in Fraktur	4.8%	95.2%	100.0%
	% in geschlossen/offen	1.1%	36.4%	14.2%
Condylus radialis Fraktur	Anzahl	1	18	19
	% in Fraktur	5.3%	94.7%	100.0%
	% in geschlossen/offen	1.1%	32.7%	12.8%
Radiushalsfraktur	Anzahl	11	2	13
	% in Fraktur	84.6%	15.4%	100.0%
	% in geschlossen/offen	11.8%	3.6%	8.8%
supradiakondyläre Humerusfraktur	Anzahl	3	6	9
	% in Fraktur	33.3%	66.7%	100.0%
	% in geschlossen/offen	3.2%	10.9%	6.1%
Gesamtsumme	Anzahl	93	55	148
	% in Fraktur	62.8%	37.2%	100.0%
	% in geschlossen/offen	100.0%	100.0%	100.0%

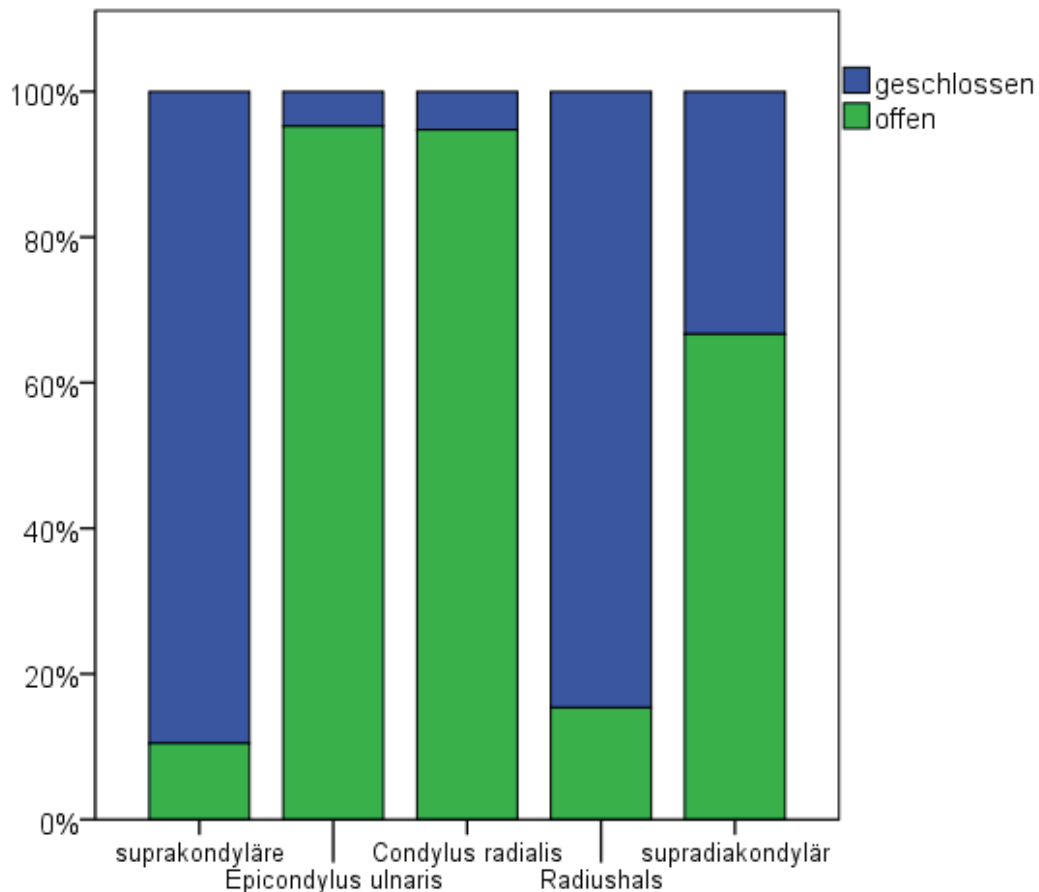


Abb. 20: Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung nach Operationsverfahren
(378 Ellenbogenfrakturen im Kindes- und Jugendalter)

3.4.7. Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung nach Operationstechniken

Wie weiter oben schon beschrieben (Kap. 3.2.9 Operationstechnik, siehe Seite 31), unterteilten wir die Operationstechniken in 3 Kategorien. Die Bohrdrahtosteosynthese war mit 106 Fällen das am häufigsten verwendete Osteosyntheseverfahren. Tabelle 19 schlüsselt die Techniken nach den Frakturtypen auf. Die Radiushalsfraktur wurde fast ausschließlich mittels elastisch stabiler intramedullärer Nagelung (ESIN) saniert, eine Technik, die ansonsten nur drei Mal zur Behandlung anderer Frakturen zur Anwendung kam. Bei der Epicondylus ulnaris Fraktur wurde meistens auf eine „Andere“ Operationstechnik wie zum Beispiel der Schraubenosteosynthese zurückgegriffen. Dieser Test war mit einem Wert von $p=0,00$ statistisch signifikant.

Tabelle 20: Kreuztabelle - Fraktur*Operationstechnik

		OP-Technik			
		Bohrdraht	ESIN	Andere	Gesamtsumme
suprakondyläre Humerusfraktur	Anzahl	80	2	4	86
	% in Fraktur	93.0%	2.3%	4.7%	100.0%
	% in Operation	75.5%	13.3%	14.8%	58.1%
Epicondylus ulnaris Fraktur	Anzahl	9	0	12	21
	% in Fraktur	42.9%	0.0%	57.1%	100.0%
	% in Operation	8.5%	0.0%	44.4%	14.2%
Condylus radialis Fraktur	Anzahl	12	0	7	19
	% in Fraktur	63.2%	0.0%	36.8%	100.0%
	% in Operation	11.3%	0.0%	25.9%	12.8%
Radiushalsfraktur	Anzahl	0	12	1	13
	% in Fraktur	0.0%	92.3%	7.7%	100.0%
	% in Operation	0.0%	80.0%	3.7%	8.8%
supradiakondyläre Humerusfraktur	Anzahl	5	1	3	9
	% in Fraktur	55.6%	11.1%	33.3%	100.0%
	% in Operation	4.7%	6.7%	11.1%	6.1%
Gesamtsumme	Anzahl	106	15	27	148
	% in Fraktur	71.6%	10.1%	18.2%	100.0%
	% in Operation	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

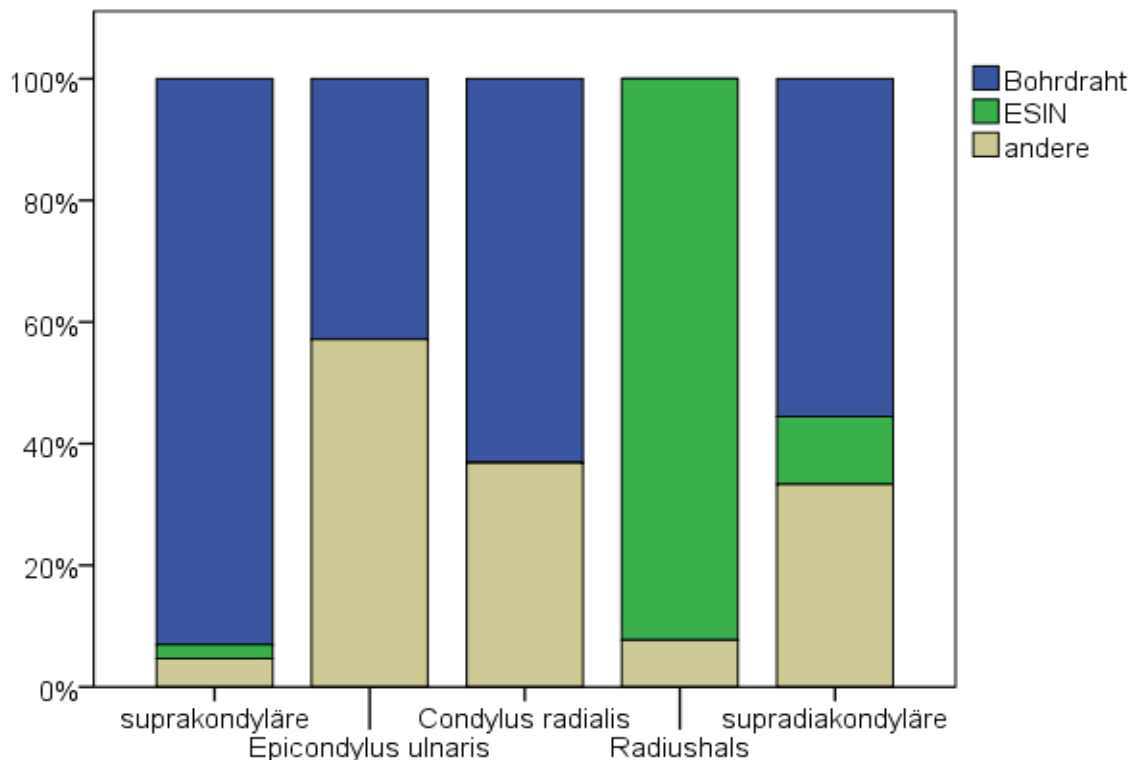


Abb. 21: Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung nach Operationstechniken
(378 Ellenbogenfrakturen im Kindes- und Jugendalter)

3.4.8. Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung bei Zusatzverletzungen (ja/nein)

Im Folgenden ist das Vorhandensein von Zusatzverletzungen in Zuordnung zu den Frakturtypen dargestellt. Die supradiakondyläre Humerusfraktur führte mit 36,4% aller Fälle am häufigsten zu Zusatzverletzungen, gefolgt von der Epicondylus ulnaris Fraktur. Die Radiushalsfraktur hingegen führte in nur 9,3% zu Zusatzverletzungen und wies damit den geringsten Wert auf. Abbildung 22 veranschaulicht die Statistik grafisch. In diesem Fall wurde das Signifikanzniveau mit einem Wert von $p=0,086$ überschritten und die Verteilung somit als nicht statistisch signifikant bewertet.

Tabelle 21: Kreuztabelle - Fraktur*Zusatzverletzungen

		Zusatzverletzungen		
		nein	ja	Gesamtsumme
suprakondyläre Humerusfraktur	Anzahl	203	34	237
	% in Fraktur	85.7%	14.3%	100.0%
	% in Zusatzverletzungen	63.6%	57.6%	62.7%
Epicondylus ulnaris Fraktur	Anzahl	23	8	31
	% in Fraktur	74.2%	25.8%	100.0%
	% in Zusatzverletzungen	7.2%	13.6%	8.2%
Condylus radialis Fraktur	Anzahl	37	8	45
	% in Fraktur	82.2%	17.8%	100.0%
	% in Zusatzverletzungen	11.6%	13.6%	11.9%
Radiushalsfraktur	Anzahl	49	5	54
	% in Fraktur	90.7%	9.3%	100.0%
	% in Zusatzverletzungen	15.4%	8.5%	14.3%
supradiakondyläre Humerusfraktur	Anzahl	7	4	11
	% in Fraktur	63.6%	36.4%	100.0%
	% in Zusatzverletzungen	2.2%	6.8%	2.9%
Gesamtsumme	Anzahl	319	59	378
	% in Fraktur	84.4%	15.6%	100.0%
	% in Zusatzverletzungen	100.0%	100.0%	100.0%

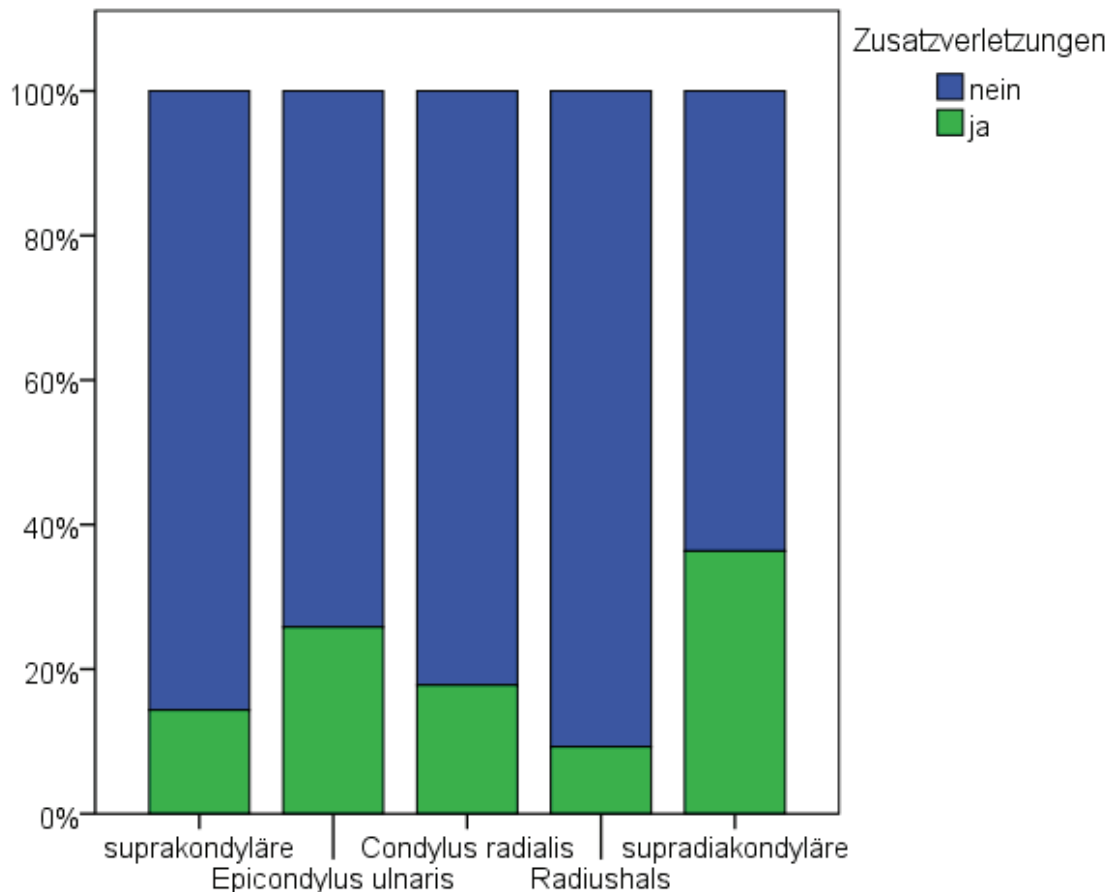


Abb. 22: Frakturspezifische Häufigkeitsverteilung – Zusatzverletzungen ja versus nein (378 Ellenbogenfrakturen im Kindes- und Jugendalter)

3.4.9. Frakturspezifische Aufenthaltsdauer nach stationärer Behandlung

Abbildung 23 verdeutlicht die Unterschiede der stationären Aufenthaltsdauer der einzelnen Frakturtypen. Die supradiakondyläre Fraktur hob sich deutlich ab und führte im Schnitt zu 5 stationären Tagen. Dabei muss allerdings beachtet werden, dass der Fall einer Patientin mit dem Battered Child Syndrom und der daraus resultierenden supradiakondylären Humerusfraktur überdurchschnittlich lange im Krankenhaus behandelt wurde (17 Tage Aufenthalt). Damit war der Durchschnitt extrem verzerrt. Ohne diesen Fall wäre die mittlere stationäre Aufenthaltsdauer der benannten Fraktur bei 3,5 Tagen gelegen. Auf diese Weise hätte sie sich in eine ähnliche Position wie die restlichen Frakturen eingegliedert. Die suprakondyläre Humerusfraktur führte im Mittel zu 3,6 Tagen, die Epicondylus ulnaris Fraktur zu 3,4 Tagen, die Condylus radialis Fraktur zu 3 Tagen und die Radiushalsfraktur zu 2,9

Tagen Aufenthalt im Spital. Die Verteilung der Daten erwies sich laut Kruskal-Wallis-Test als statistisch signifikant ($p=0,020$).

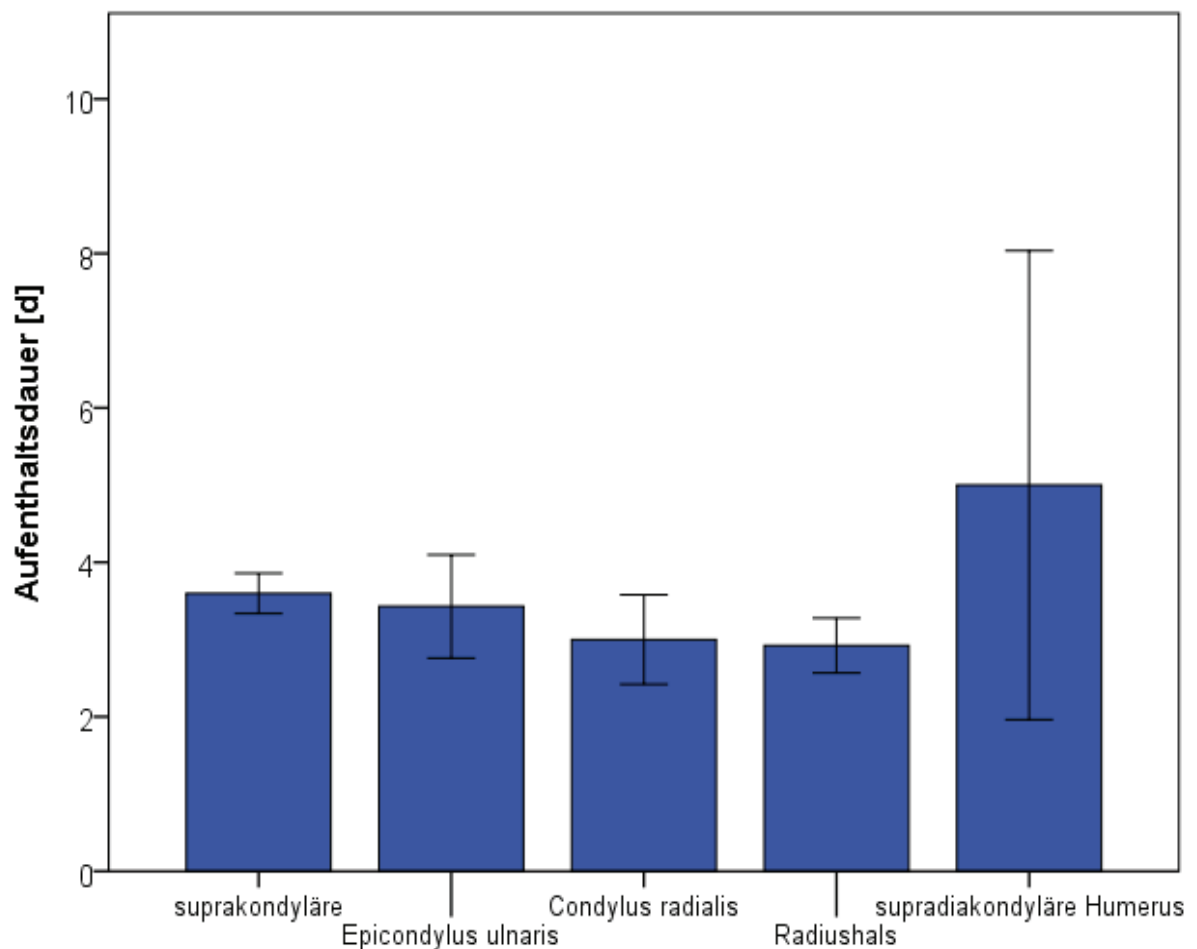


Abb. 23: Frakturspezifische stationäre Aufenthaltsdauer
(378 Ellenbogenfrakturen im Kindes- und Jugendalter)

Ein ohne den Fall des Battered Child Syndrom bereinigtes Diagramm wird in Abbildung 24 festgehalten. Während sich hier im Globalvergleich ein statistischer unterschied zeigte ($p=0,029$), wiesen die paarweise post hoc Vergleiche keine Unterschiede auf.

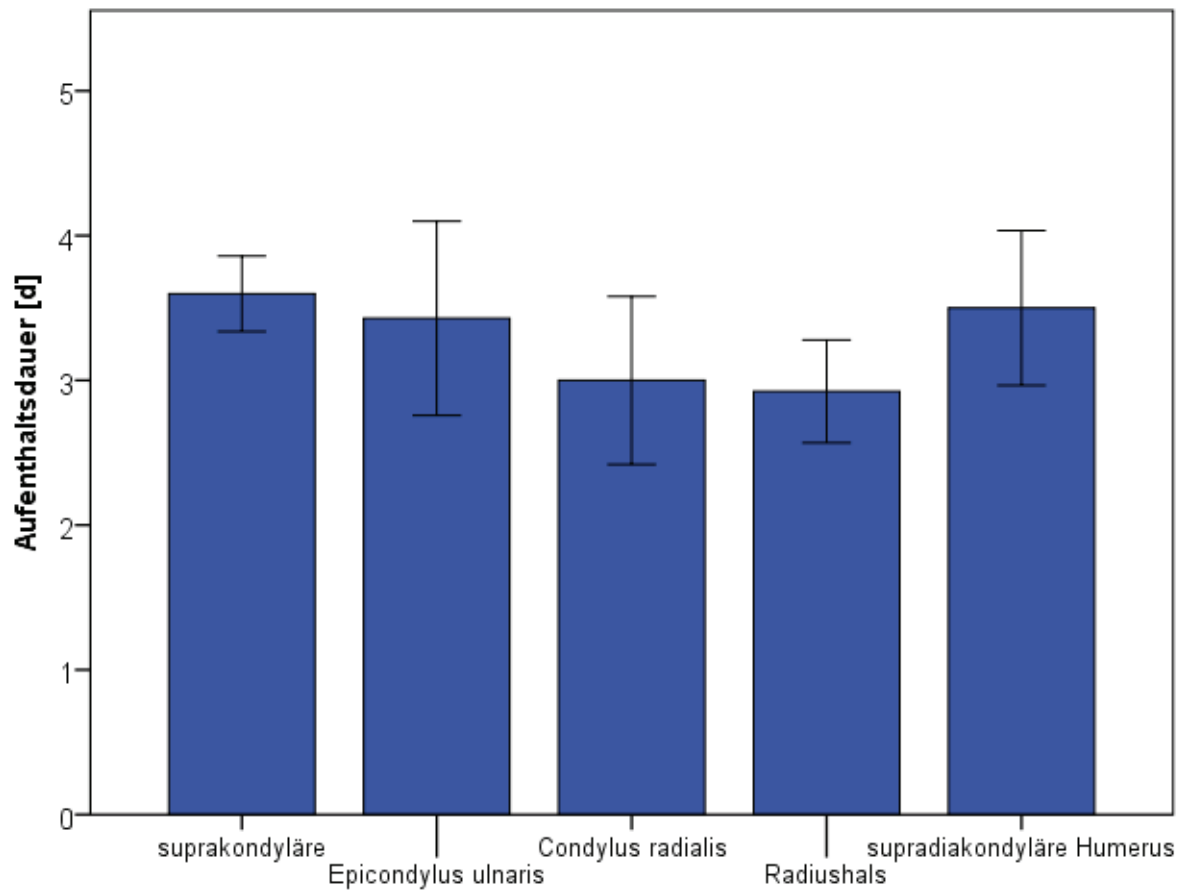


Abb. 24: Bereinigte frakturspezifische stationäre Aufenthaltsdauer
(377 Ellenbogenfrakturen im Kindes- und Jugendalter)

4. Diskussion

Diese Studie konzentrierte sich auf die geschlechter-, alters-, und frakturspezifische Verteilung der Häufigkeiten von Ellenbogenfraktur im Kindes- und Jugendalter. Insgesamt wurden 378 Patientinnen und Patienten im Altersbereich von 0-17 Jahre aus dem Zeitraum Jänner 2015 – Dezember 2016 in die Arbeit inkludiert.

Die Geschlechterverteilung verhielt sich annähernd ausgeglichen mit einem etwas höheren Anteil von Jungen (n=199; 52,6%) gegenüber Mädchen (n=179; 47,4%) (Rate J/M = 1,2). Vergleicht man diese mit den Daten anderer Studien, wurde eine gewisse Schwankungsbreite deutlich. Landin spricht in seiner Studiengruppe von einem erhöhten männlichen Patientenanteil, wohingegen die Studie von Houshian einen 54%igen Mädchenanteil aufweist (22, 23). Die Studienpopulation in der Arbeit von Emery et al zeigte sich wiederum ausgewogen mit einer 50%-zu-50%-Verteilung von Mädchen und Jungen (24). Die geringen Unterschiede der geschlechterspezifischen Frakturzahlen im Gegensatz zu älteren Studien könnte, wie auch Tiderius vermutet, auf eine heutzutage annähernd gleichhohe Beteiligung an sportlichen Aktivitäten von Mädchen wie auch von Jungen zurückzuführen sein (5, 7).

Eine etwas eindeutiger Differenz der geschlechterspezifischen Frakturhäufigkeit trat erst etwas vor dem Pubertätsalter auf, wie Abbildung 12 veranschaulicht. Der erste und größte Peak ereignete sich geschlechterübergreifend in der Altersgruppe der 4 - 6-Jährigen. Dieser Anstieg könnte mit dem Eintritt in den Kindergarten und der damit verbundenen erhöhten körperlichen Aktivität sowie Risikofreude zusammenhängen. Im Gegensatz dazu trat der zweite Peak je nach Geschlecht zu unterschiedlichen Zeitpunkten auf. Bei Mädchen entstand er um das 9. Lebensjahr, demgegenüber bei Jungen erst um das 10. Lebensjahr. Im Abgleich mit den Daten der kanadischen Studie von Bailey et al. konnten für den Ellenbogen keine Übereinstimmungen gefunden werden (25). Dessen Ergebnisse zeigen eine erhöhte Vulnerabilität des Radius bei Mädchen um das 12. und bei Jungen um das 14. Lebensjahr, welche Bailey auf den zum gleichen Zeitpunkt stattfindenden Größenwachstumsspur zurückführt. Die Tromso Studie von Christoffersen et al. untersuchte hingegen einen Zusammenhang zwischen dem Grad der sexuellen Reife und der Frakturinzidenz. Anhand eines Fragebogens wurde die Studienpopulation in 5 Pubertätsstadien

eingeteilt. Die Studienautoren fanden heraus, dass Mädchen und Jungen 1-2 Jahre vor Eintritt in die Pubertät einem erhöhten Risiko für Unterarmfrakturen ausgesetzt waren. Unsere Ergebnisse deuteten ebenfalls auf diese Erkenntnis hin, müssten aber für eine definitive Aussage mit Hilfe weiterer Studien noch genauer untersucht werden.

237 der 378 Ellenbogenbrüche und dementsprechend 62,7% aller fünf in die Studie inkludierten Frakturtypen fielen auf die suprakondyläre Humerusfraktur. Vergleichbare Studien sprechen von einem geringeren Anteil, welcher bei etwa 55% - 58% liegt (22-24, 26). Allerdings inkludierten diese bis zu 9 verschiedene Frakturtypen, was sich in einer größeren Verteilung und der daraus resultierenden kleineren Anteilzahlen widerspiegeln könnte. Die Radiushalsfraktur erwies sich als die zweithäufigste (n=54; 14,3%). Diese Feststellung deckt sich auch mit anderen Studien (23, 24).

Die frakturspezifische Altersverteilung weist auf einen signifikanten Unterschied des Altersdurchschnittes der Patienten und Patientinnen hin. Vor allem der Vergleich zwischen suprakondylärer Humerusfraktur (Altersmittelwert = 5,83 Jahre) und der Epicondylus ulnaris Fraktur (Altersmittelwert = 11,16 Jahre) zeigte eine große Diskrepanz. Dass suprakondyläre Humerusfrakturen gehäuft im Alter von 5-8 Jahren auftreten, ist mittlerweile in vielen Studien beschrieben (5, 20, 23, 27-30). Eine Erklärung liefert der Unfallmechanismus und die anatomischen Verhältnisse in dieser Altersgruppe. Je nach Studie entstehen 90-98% aller Frakturen dieses Typs nach einem Sturz auf den ausgestreckten Arm, welcher zu einer Hyperextension im Unterarm führt (27-29, 31). Dadurch drückt das Olecranon mit großer Kraft in die Fossa olecrani, die diese auf die supracondyläre Region überträgt, sodass es zum Bruch des Oberarmknochens kommt. Die Hyperextension wird durch das in diesem Alter sehr lockere Bänder- und Kapselgewebe nicht ausreichend gehemmt und fördert damit die Entstehung solcher Frakturen (28, 31). Epicondylus ulnaris Frakturen hingegen treten meist erst in einem Alter von 9-14 Jahren auf. Die Hintergründe der im Vergleich doch um einiges älteren Population sind nicht ausreichend geklärt. Vermutet wird, dass aufgrund der in jungen Jahren fehlenden vollständigen Ossifikation der Apophyse diese Frakturen oft übersehen werden (20, 28, 29, 32). Im Grunde werden zwei Unfallhergänge als Hauptverursacher dieser

Fraktur beschrieben. Einerseits kann ein direkter Sturz auf den Apex des gebeugten Ellenbogens zu einem Bruch des ulnaren Epicondyls führen, andererseits entstehen sogenannte Avulsionsfrakturen nach Valgusstress auf den Ellenbogen. In der Folge kommt es zu einem knöchernen Ausriss durch Zug des Musculus pronator teres am Knochenfortsatz. Diese Form der Avulsionsfraktur wird oft bei Sportlern von kompetitiven Wurfsporarten oder nach Armdrücken gesehen (20, 32, 33). Auch in unsere Studie gab es 2 Fälle von Epicondylus ulnaris Frakturen nach Armdrücken.

Die saisonalen Schwankungen der Inzidenzrate zeigten eine klare Tendenz zu wärmeren Jahreszeiten. Der Winter wies mit 47 Fällen weniger als halb so viele Fälle wie jede der anderen Jahreszeiten auf. Obwohl davon ausgegangen werden darf, dass in einem Binnenland wie Österreich viele Familien ihren Sommerurlaub am Meer verbringen und somit einige Frakturen im Ausland behandelt werden und daher nicht in unserer Studie aufscheinen, traten im Sommer die meisten Ellenbogenfrakturen auf (n=119). Eine Erkenntnis, die in anderen Studien ebenfalls beschrieben wurde (22, 23). Anschaulich sind vor allem die Ergebnisse einer dänischen Untersuchung, deren monatliche Trends beinahe exakt den unsrigen entsprechen (22). Einzig der August und September zeigen im Vergleich größere Unterschiede. Während in Dänemark der August die höchste Inzidenz des ganzen Jahres aufweist und im September die Frakturzahlen wieder etwas sinken, zeigte sich in unserer Studie ein entgegengesetztes Bild. Der September war mit 44 Fällen der am zweithäufigsten betroffene Monat, wohingegen im August mit 36 Fällen eine vergleichsweise niedrige Inzidenz auffiel. Das Ende der Sommerferien könnte hier der entscheidende Faktor gewesen sein. In Dänemark enden die Sommerferien um die erste Augustwoche, in der Steiermark und damit auch in Graz jedoch erst mit der zweiten Septemberwoche.

Zusatzverletzungen wie Nervenläsionen sind zwar selten, traten aber gehäuft nach supracondylären Typ 3 Frakturen auf. Betreffen können sie den N. ulnaris, N. radialis und den N. medianus. Insgesamt traten bei 59 Patienten und Patientinnen Zusatzverletzungen auf, davon waren 24 von einer Nervenläsion betroffen. In allen Fällen bestand eine Neuropraxie, die sich als temporäres Taubheitsgefühl oder motorische Immobilität im vom Nerven versorgten Gebiet manifestierte und sich nach einiger Zeit zurückbildete. Von insgesamt 64 Gartland Typ 3 Frakturen wiesen 16

(25%) eine Nervenläsion auf. Die Metaanalyse von Babal et al. dokumentierte in 11,3 % aller dislozierten suprakondylären Humerusfrakturen (Gartland 2 und 3) eine traumatische Neuropraxie (34). In unserer Arbeit ermittelten wir hierfür einen Wert von 15,5%. Im Mittel bildeten sich die Symptome innerhalb von 7,7 Monaten spontan zurück. Auch wenn bleibende Schäden nur äußerst selten vorkamen, bestand allerdings die Möglichkeit dazu (35).

Eine genaue Betrachtung der Unfallursachen von Ellenbogenfrakturen wurde unserer Recherche nach nur in der schwedischen Studie von Landin durchgeführt (23). Allerdings wählten Landin et al. zum Teil andere Kategorien zur Beschreibung dieser Ursachen als in unserer Arbeit. Sie unterteilten je nach Schweregrad die Unfallhergänge in „leichte“, „moderate“ und „schwere“ Unfälle. Vergleichbare Daten boten sich in den Fahrradunfällen, die in Landins Untersuchung für 8% und in unseren Analysen für 5% aller Brüche verantwortlich waren. Ebenso die Kategorie Sportunfälle, die in der schwedischen Studie mit 10% und aus unseren Zahlen mit 13% der erhobenen Ellenbogenfrakturen als Ursachen hervorgingen. Die Differenzen der Daten könnten den klimatischen aber auch den zeitlichen Umständen geschuldet sein. Die Ergebnisse der schwedischen Studie wurden immerhin vor über 30 Jahren publiziert, sodass sie womöglich keine Rückschlüsse mehr auf das heutige Sport- und Freizeitverhalten zulassen und ein derartiger Vergleich damit nicht mehr sinnvoll ist. Die häufigste von uns erkannte Unfallursache stellten Spielplatzunfälle dar (n=98). Eine nicht gänzlich unbekanntes Erkenntnis (8). Eine Langzeitstudie aus den USA erhob alle Verletzungen mit Bezug zu Spielplätzen aus den Jahren 1996-2005. 35,4% aller Verletzungen führten zu Frakturen, von denen 88,4% die obere Extremität betrafen (36). Vor allem Stürze aus einer Höhe über 1,5m trugen 2,4 Mal häufiger zur Entstehung von Brüchen bei als Stürze aus geringerer Höhe (37). Erkenntnisse die auch unserer Untersuchung entsprechen. Vor allem Stürze aus Höhen größer als die Stehhöhe scheinen zu Ellenbogenfrakturen beizutragen. Beispiele liefern die Fallzahlen zu Fahrradstürzen (n=19), Trampolinstürzen (n=29) und Spielplatzunfällen (n=98). Eine kanadische Studie führte mit dem Ziel der Minimierung von Spielplatzunfällen eine randomisierte Vergleichsstudie zwischen zwei Oberflächenmaterialien durch, die für Spielplätze verwendet werden. Dazu statteten sie die Spielplätze von 12 Schulen mit Holzfaserplatten aus und verglichen die Ergebnisse mit 7 mit Granitsand ausgestatteten Schulen über 2,5 Jahre hinweg.

Es stellte sich heraus, dass Stürze auf Holzfaserverplatten 9,4 Armfrakturen/100.000 Schüler-Monate verursachten im Gegensatz zu 1,9/100.000 Schüler-Monate auf Granitsand. Ein statistisch signifikanter Unterschied, der zur Prävention von Armbrüchen beitragen kann.

Um die Häufigkeit von Ellenbogenfrakturen zu minimieren, gilt es die erhobenen Daten aus einer präventiven Perspektive zu betrachten. Dass die Oberflächenmaterialien, mit denen Spielplätze ausgestattet sind wesentlich zur Reduktion von schweren Verletzungen beitragen können, wurde schon bewiesen. Trotzdem bedarf es noch weiterer präventiver Maßnahmen, um die Fallzahl zu senken. Vor allem für die Altersgruppen, die einem besonders hohen Risiko ausgesetzt sind, wie die um das 5. und das 9. Lebensjahr (siehe Abb. 9). Hier scheinen Stürze aus Höhen größer als die Stehhöhe ein besonderes Gefahrenpotential in sich zu tragen. Mit Hilfe öffentlicher Kampagnen könnte hierfür ein Bewusstsein geschaffen werden. Zum Beispiel könnte das Fahrradfahren mit Ellenbogenschonern als attraktiv dargestellt werden und somit äußerst sinnvoll präventiv wirken. Fahrradwege könnten ähnliche wie Spielplätze mit einer anderen Oberfläche versehen werden, die im Falle eines Sturzes die Kräfte besser in sich aufnimmt, als der zurzeit meist verwendete Asphalt. Ebenso ist eine ausreichende Beschriftung, Wartung und Belichtung bei Nacht essenziell, um die Sicherheit der Radfahrer zu garantieren. In Bezug auf die hohe Anzahl an Frakturfällen verursacht durch Trampolinstürze könnten öffentlich zugängliche Trampoline mit einem Hinweis auf das erhöhte Verletzungsrisiko aufmerksam machen. Netze, wie teilweise jetzt schon vorhanden, die das Trampolin umgeben und einen Sturz aus dem Trampolin auf den harten Boden verhindern, könnten gesetzlich verpflichtend auch im privaten Gebrauch durchgesetzt werden.

Ein nicht unerheblicher Faktor, der die Analyse erschwerte, war der sehr hohe Anteil an nicht ausreichend erhobenen beziehungsweise dokumentierten Unfallursachen. Die zweithöchste Fallzahl der Unfallursachen wies die Kategorie „nicht erhebbar“ mit 85 Fällen auf. Eine gewissenhafte retrospektive Datenerhebung und anschließende Analyse ist jedoch unabdingbar an eine vorausgegangene vollständige Dokumentation gebunden. Diesem Umstand geschuldet, gingen viele Informationen

verloren. Auch in diesem Sinne könnte eine Aufklärung bei den behandelnden ärztlichen Kolleginnen und Kollegen eine Besserung bewirken.

Konklusion:

Unsere Studie zeigte die Epidemiologie der Ellenbogenfrakturen im Kindes- und Jugendalter anhand der Daten der Univ.-Klinik für Kinder- und Jugendchirurgie Graz. Eine Untersuchung, die bisher nur sehr selten durchgeführt wurde, wodurch es an verwertbarer Vergleichsliteratur mangelte. Wir zeigten, dass Kinder und Jugendliche einem sehr hohen Risiko für Ellenbogenfrakturen ausgesetzt sind, welches vor allem in wärmeren Monaten zur Geltung kommt. Die Analyse der Unfallursachen identifizierte Stürze aus Höhen größer der Stehhöhe als enorme Gefahrenquelle. Auch wenn bleibende physische Schäden in unserem Studienzeitraum ausblieben, können Ellenbogenfrakturen schlimme Folgen haben. Daher wollen wir mit Hilfe unserer Ergebnisse und Erkenntnisse einen wesentlichen Beitrag zur Schaffung von Präventivmaßnahmen, mit dem Ziel der Inzidenzreduktion dieser Fraktur, leisten.

5. Literaturverzeichnis

1. Ellsaer G, Berfenstam R. International comparisons of child injuries and prevention programs: recommendations for an improved prevention program in Germany. *Injury Prevention*. 2000;6(1):41-5.
2. Rogmans WH. Preventing accidents in childhood: a European perspective. *Acta paediatrica Japonica : Overseas edition*. 1993;35(3):215-22.
3. Scheidt PC, Harel Y, Trumble AC, Jones DH, Overpeck MD, Bijur PE. The epidemiology of nonfatal injuries among US children and youth. *American Journal of Public Health*. 1995;85(7):932-8.
4. Mattila V, Parkkari J, Kannus P, Rimpela A. Occurrence and risk factors of unintentional injuries among 12- to 18-year-old Finns--a survey of 8219 adolescents. *European journal of epidemiology*. 2004;19(5):437-44.
5. Landin LA. Fracture patterns in children. Analysis of 8,682 fractures with special reference to incidence, etiology and secular changes in a Swedish urban population 1950-1979. *Acta orthopaedica Scandinavica Supplementum*. 1983;202:1-109.
6. Mayranpaa MK, Makitie O, Kallio PE. Decreasing incidence and changing pattern of childhood fractures: A population-based study. *J Bone Miner Res*. 2010;25(12):2752-9.
7. Tiderius CJ, Landin L, Duppe H. Decreasing incidence of fractures in children: an epidemiological analysis of 1,673 fractures in Malmo, Sweden, 1993-1994. *Acta Orthop Scand*. 1999;70(6):622-6.
8. Lyons RA, Delahunty AM, Kraus D, Heaven M, McCabe M, Allen H, et al. Children's fractures: a population based study. *Injury Prevention*. 1999;5(2):129-32.
9. Moustaki M, Lariou M, Petridou E. Cross country variation of fractures in the childhood population. Is the origin biological or "accidental"? *Injury Prevention*. 2001;7(1):77.
10. Jones IE, Williams SM, Dow N, Goulding A. How many children remain fracture-free during growth? a longitudinal study of children and adolescents participating in the Dunedin Multidisciplinary Health and Development Study.

Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA. 2002;13(12):990-5.

11. Cooper C, Dennison EM, Leufkens HG, Bishop N, van Staa TP. Epidemiology of childhood fractures in Britain: a study using the general practice research database. *J Bone Miner Res.* 2004;19(12):1976-81.
12. Christoffersen T, Ahmed LA, Winther A, Nilsen OA, Furberg AS, Grimnes G, et al. Fracture incidence rates in Norwegian children, The Tromso Study, Fit Futures. *Arch Osteoporos.* 2016;11(1):40.
13. Tanner JM, Davies PS. Clinical longitudinal standards for height and height velocity for North American children. *J Pediatr.* 1985;107(3):317-29.
14. Joeris A, Lutz N, Wicki B, Slongo T, Audige L. An epidemiological evaluation of pediatric long bone fractures - a retrospective cohort study of 2716 patients from two Swiss tertiary pediatric hospitals. *BMC Pediatr.* 2014;14:314.
15. Sibert JR, Maddocks GB, Brown BM. Childhood accidents--an endemic of epidemic proportion. *Arch Dis Child.* 1981;56(3):225-7.
16. Clark EM. Association Between Bone Density and Fractures in Children: A Systematic Review and Meta-analysis. 2006;117(2):e291-7.
17. Lao Z, Gifford M, Dalal K. Economic Cost of Childhood Unintentional Injuries. *International Journal of Preventive Medicine.* 2012;3(5):303-12.
18. Harlan LC, Harlan WR, Parsons PE. The economic impact of injuries: a major source of medical costs. *American Journal of Public Health.* 1990;80(4):453-9.
19. Miller TR, Romano EO, Spicer RS. The cost of childhood unintentional injuries and the value of prevention. *Future Child.* 2000;10(1):137-63.
20. Shrader MW. Pediatric supracondylar fractures and pediatric physeal elbow fractures. *The Orthopedic clinics of North America.* 2008;39(2):163-71, v.
21. Bevölkerungsstatistik der Landeshauptstadt Graz: Magistrat Graz - Präsidiabteilung. Referat für Statistik; Ausgabe März 2017. Stand 1.1.2017 [Available from: <http://www.graz.at/statistik>].

22. Houshian S, Mehdi B, Larsen MS. The epidemiology of elbow fracture in children: analysis of 355 fractures, with special reference to supracondylar humerus fractures. *Journal of orthopaedic science : official journal of the Japanese Orthopaedic Association*. 2001;6(4):312-5.
23. Landin LA, Danielsson LG. Elbow fractures in children. An epidemiological analysis of 589 cases. *Acta Orthop Scand*. 1986;57(4):309-12.
24. Emery KH, Zingula SN, Anton CG, Salisbury SR, Tamai J. Pediatric elbow fractures: a new angle on an old topic. *Pediatr Radiol*. 2016;46(1):61-6.
25. Bailey DA, Wedge JH, McCulloch RG, Martin AD, Bernhardson SC. Epidemiology of fractures of the distal end of the radius in children as associated with growth. *The Journal of bone and joint surgery American volume*. 1989;71(8):1225-31.
26. Behdad A, Behdad S, Hosseinpour M. Pediatric Elbow Fractures in a Major Trauma Center in Iran. *Archives of Trauma Research*. 2013;1(4):172-5.
27. Otsuka NY, Kasser JR. Supracondylar Fractures of the Humerus in Children. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 1997;5(1):19-26.
28. Skaggs D, Pershad J. Pediatric elbow trauma. *Pediatr Emerg Care*. 1997;13(6):425-34.
29. Lins RE, Simovitch RW, Waters PM. Pediatric elbow trauma. *The Orthopedic clinics of North America*. 1999;30(1):119-32.
30. Cheng JC, Lam TP, Maffulli N. Epidemiological features of supracondylar fractures of the humerus in Chinese children. *J Pediatr Orthop B*. 2001;10(1):63-7.
31. Marquis CP, Cheung G, Dwyer JSM, Emery DFG. Supracondylar fractures of the humerus. *Current Orthopaedics*. 2008;22(1):62-9.
32. Gottschalk HP, Eisner E, Hosalkar HS. Medial epicondyle fractures in the pediatric population. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2012;20(4):223-32.
33. Pathy R, Dodwell ER. Medial epicondyle fractures in children. *Curr Opin Pediatr*. 2015;27(1):58-66.

34. Babal JC, Mehlman CT, Klein G. Nerve injuries associated with pediatric supracondylar humeral fractures: a meta-analysis. *J Pediatr Orthop.* 2010;30(3):253-63.
35. Ramchandran M, Birch R, Eastwood DM. Clinical outcome of nerve injuries associated with supracondylar fractures of the humerus in children. *The Journal of Bone and Joint Surgery British volume.* 2006;88-B(1):90-4.
36. Vollman D, Witsaman R, Comstock RD, Smith GA. Epidemiology of playground equipment-related injuries to children in the United States, 1996-2005. *Clinical pediatrics.* 2009;48(1):66-71.
37. Sherker S, Ozanne-Smith J, Rechnitzer G, Grzebieta R. Out on a limb: risk factors for arm fracture in playground equipment falls. *Injury Prevention.* 2005;11(2):120-4.