

**BUNDESWEHRKRANKENHAUS ULM**  
**KLINIK FÜR UNFALLCHIRURGIE UND ORTHOPÄDIE,**  
**REKONSTRUKTIVE UND SEPTISCHE CHIRURGIE,**  
**SPORTTRAUMATOLOGIE**  
(ÄRZTLICHER DIREKTOR: PROF. DR. MED. BENEDIKT FRIEMERT)

# **Ergebnisse nach operativer Stabilisierung von Beckenring- und Acetabulumfrakturen und deren Einfluss auf die posturale Kontrolle**

Dissertation zu Erlangung des Doktorgrades der Medizin der Medizinischen  
Fakultät der Universität Ulm

Anna Schnegelberger

Karaganda/Kasachstan

2015

Amtierender Dekan: Prof. Dr. Thomas Wirth

1. Berichterstatter: Prof. Dr. Benedikt Friemert

2. Berichterstatter: Prof. Dr. Lutz Dürselen

Datum der Promotion: 13.07.2017

# Inhaltsverzeichnis

|                                                            |           |
|------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. EINLEITUNG .....</b>                                 | <b>1</b>  |
| 1.1 Allgemeines .....                                      | 1         |
| 1.2 Anatomie des Beckens .....                             | 1         |
| 1.3 Funktion des Beckens .....                             | 4         |
| 1.4 Klassifikation von Beckenringfrakturen .....           | 6         |
| 1.5 Klassifikation von Acetabulumfrakturen .....           | 7         |
| 1.6 Therapie von Beckenring- und Acetabulumfrakturen ..... | 9         |
| 1.7 Komplikationen.....                                    | 10        |
| 1.8 Posturale Kontrolle .....                              | 10        |
| 1.9 Fragestellung .....                                    | 13        |
| <b>2. MATERIAL UND METHODEN.....</b>                       | <b>14</b> |
| 2.1 Rekrutierungen der Studienteilnehmer .....             | 14        |
| 2.2 Ein- und Ausschlusskriterien.....                      | 14        |
| 2.3 Anzahl der Studienteilnehmer .....                     | 15        |
| 2.4 Biodex Balance System® .....                           | 17        |
| 2.5 Ablauf der Nachuntersuchung .....                      | 19        |
| 2.5.1 Fragebogen zur Nachuntersuchung.....                 | 19        |
| 2.5.2 Körperliche Untersuchung .....                       | 22        |
| 2.5.3 Messungen mit dem Biodex Balance System® .....       | 23        |
| 2.5.4 Statistik .....                                      | 23        |
| <b>3. ERGEBNISSE .....</b>                                 | <b>25</b> |
| 3.1 Studienteilnehmer .....                                | 25        |
| 3.2 Patientenkollektiv .....                               | 28        |
| 3.2.1 Unfallursachen .....                                 | 29        |
| 3.2.2 Frakturverteilung .....                              | 30        |
| 3.2.3 Peripelvine Begleitverletzungen .....                | 31        |

|                                                                  |            |
|------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>3.3 Ergebnisse der Nachuntersuchung.....</b>                  | <b>34</b>  |
| 3.3.1 Einnahme von Schmerzmedikamenten.....                      | 34         |
| 3.3.2 SF-12 – gesundheitsbezogene Lebensqualität .....           | 35         |
| 3.3.3 Merle d’Aubigné .....                                      | 39         |
| 3.3.4 Hüftbeweglichkeit.....                                     | 41         |
| <b>3.4 Ergebnisse zur Messung der posturalen Kontrolle .....</b> | <b>46</b>  |
| 3.4.1 Vergleich zwischen Becken- und Kontrollgruppe.....         | 46         |
| 3.4.2 Vergleiche innerhalb der Beckengruppe .....                | 51         |
| <b>4. DISKUSSION .....</b>                                       | <b>61</b>  |
| 4.1 Formulierung des Studienziels .....                          | 61         |
| 4.2. Methodik.....                                               | 61         |
| 4.3 Patientenkollektiv .....                                     | 64         |
| 4.4 Epidemiologische Daten.....                                  | 66         |
| 4.5 Klinisches Outcome .....                                     | 68         |
| 4.6 SF-12.....                                                   | 71         |
| 4.7 Posturale Kontrolle .....                                    | 72         |
| <b>5. ZUSAMMENFASSUNG .....</b>                                  | <b>75</b>  |
| <b>6. LITERATURVERZEICHNIS .....</b>                             | <b>77</b>  |
| <b>ANHANG.....</b>                                               | <b>88</b>  |
| Abbildungsverzeichnis .....                                      | 88         |
| Tabellenverzeichnis .....                                        | 94         |
| Fragebogen für die Nachuntersuchung .....                        | 95         |
| Fragebogen der AG Becken III der DGU .....                       | 110        |
| <b>LEBENS LAUF .....</b>                                         | <b>122</b> |

# Abkürzungsverzeichnis

|       |                                           |
|-------|-------------------------------------------|
| A.    | Arteria                                   |
| AO    | Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese     |
| APSI  | Anterior-posterior Stability Index        |
| Art.  | Articulatio                               |
| BMI   | Body-Mass-Index                           |
| BSS   | Biodex Balance System                     |
| bzw.  | beziehungsweise                           |
| ca.   | circa                                     |
| d.h.  | das heißt                                 |
| DGU   | Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie |
| EQ-5D | EuroQol-5D                                |
| et al | et alteri                                 |
| KSK   | Körperliche Summenskala                   |
| Lig   | Ligamentum                                |
| Ligg  | Ligamenta                                 |
| LWK   | Lendenwirbelkörper                        |
| M     | Musculus                                  |
| MLSI  | Medial-Lateral Stability Index            |
| mm    | Millimeter                                |
| Mm    | Musculi                                   |
| mmHg  | Millimeter-Quecksilbersäule               |
| MOS   | Medial Outcome Study                      |
| N.    | Nervus                                    |
| OSI   | Overall Stability Index                   |
| pAVK  | Periphere arterielle Verschlusskrankheit  |
| PSK   | Psychische Summenskala                    |
| SF-12 | 12-Item Short Form Health Survey          |
| SF-36 | 36-Item Short Form Survey                 |
| sog.  | sogenannte                                |
| SPSS  | Superior Performing Software System       |
| u.a.  | unter anderem                             |
| v.a.  | vor allem                                 |
| z.B.  | zum Beispiel                              |
| Z.n.  | Zustand nach                              |
| ZNS   | Zentrales Nervensystem                    |

# 1. Einleitung

## 1.1 Allgemeines

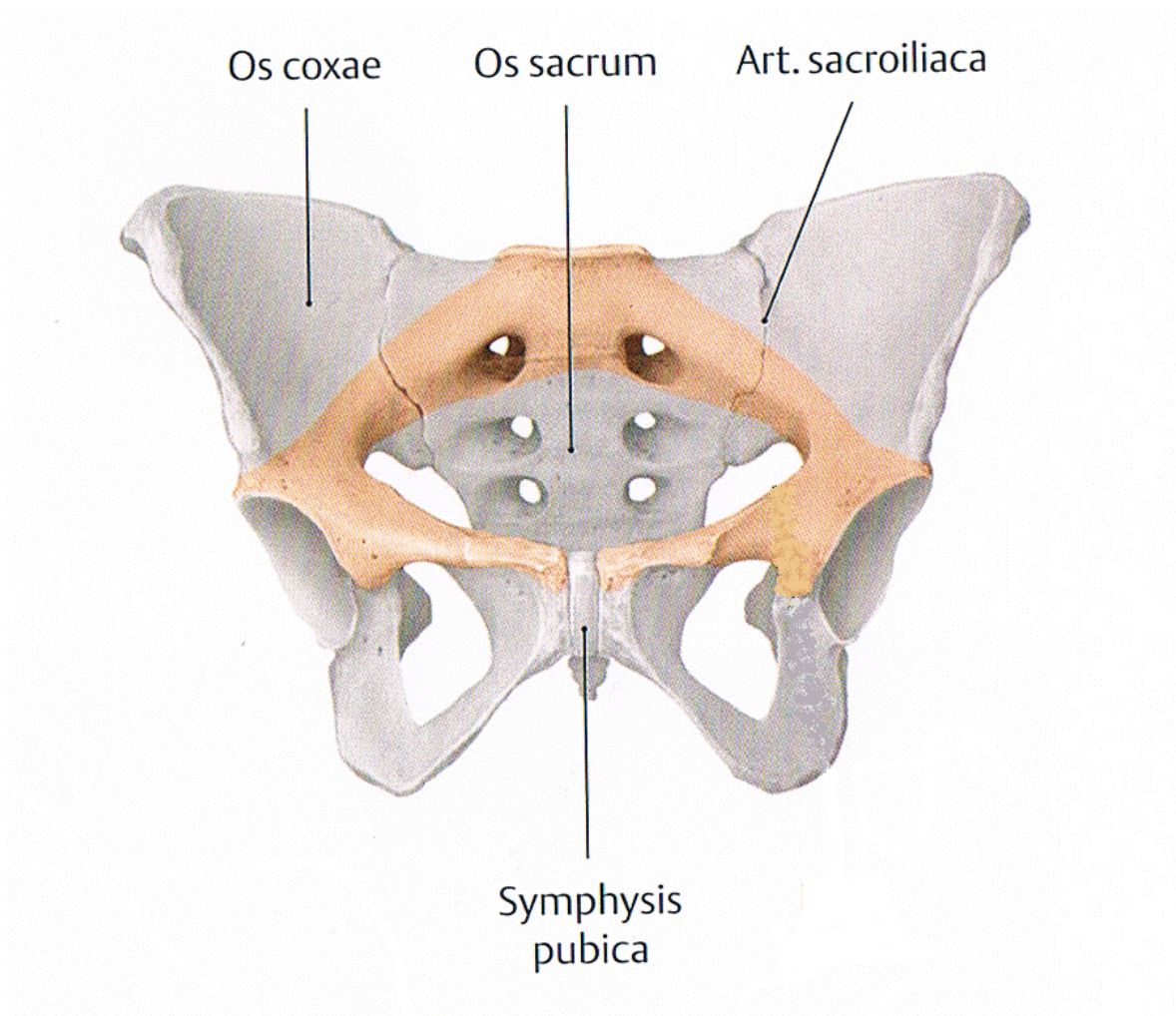
Isolierte Beckenfrakturen sind mit einer Inzidenz von 3-6% aller Frakturen relativ selten[105], haben jedoch wegen der häufigen Begleitverletzungen eine hohe Letalität von 10-20%[29,96,105]. Darüber hinaus weisen polytraumatisierte Patienten mit einem hohen Prozentsatz von 25-42% Beckenfrakturen auf[12].

Die Epidemiologie der Beckenfrakturen zeigt zwei prädisponierte Altersgipfel. Der erste Gipfel liegt im 20. bis 30. Lebensjahrzehnt. Oft handelt es sich um polytraumatisierte Patienten, die sich ihre Beckenverletzung im Rahmen von Verkehrsunfällen, Überrolltraumen, Stürzen aus großer Höhe (u.a. Suizidversuch) oder Verschüttung unter schweren Lasten zuziehen[14,70]. Der zweite Gipfel betrifft meist über 70-jährige Frauen, die sich bei einer vorbestehenden Osteoporose bei Bagatelltraumen, wie häuslichen Stürzen, eine Beckenfraktur zuziehen[41,72].

Die Unfallursachen bei Acetabulumfrakturen sind v.a. Verkehrsunfälle und Stürze aus großer Höhe[56,84] und entstehen meist durch indirekte Kraftübertragung durch das Femur. Der Frakturtyp hängt somit von der Position des Hüftkopfes bei der Krafteinwirkung ab[45,47,73]. Beispielsweise findet man Frakturen der hinteren Wand des Acetabulums häufig begleitend mit einer dorsalen Hüftgelenksluxation: bei aufrecht sitzender Position des Autofahrers verläuft bei einem Frontalaufprall die Kraftübertragung über das Knie weiter zum Hüftkopf auf das Acetabulum; dieser relativ häufige Verletzungsmechanismus wird „Dashboard-Injury“ genannt[77].

## 1.2 Anatomie des Beckens

Das knöcherne Becken besteht aus den beiden Ossa coxae (Hüftbeine), welche zusammen mit dem Os sacrum (Kreuzbein) den Beckengürtel bilden. Der Zusammenschluss entsteht zum einen durch eine ventrale knorpelige Verbindung (Symphysis pubica) und zum anderen durch die dorsale Articulatio sacroiliaca (Iliosakralgelenk), das eine Amphiarthrose darstellt[80], ein echtes Gelenk, das durch ligamentäre Strukturen stark in der Beweglichkeit eingeschränkt.



**Abbildung 1: Ventrale Ansicht des Beckenrings[83]**

Das Os coxae entsteht entwicklungsgeschichtlich aus drei Knochen, dem Os ilium (Darmbein), dem Os ischii (Sitzbein) und dem Os pubis (Schambein), die sich jeweils an der lateraler Seite der Hüftbeine zum Acetabulum (Hüftgelenkspfanne) vereinigen. Biomechanisch ist das Acetabulum das Zentrum der Hüftbeine, da hier der Druck der Körperlast auf den Oberschenkel übertragen wird[80].

Die dorsalen Anteile des Beckenrings sind entscheidend für die Stabilität des Beckenrings[14]; Frakturen in diesem Bereich führen zu einer Schwächung des gesamten Ringsystems. Dieser dorsale Anteil wird vor allem durch das Os sacrum gebildet, das entwicklungsgeschichtlich ein Teil der Wirbelsäule ist. Kranial ist das Kreuzbein sowohl durch eine Bandscheibe als auch gelenkig mit der

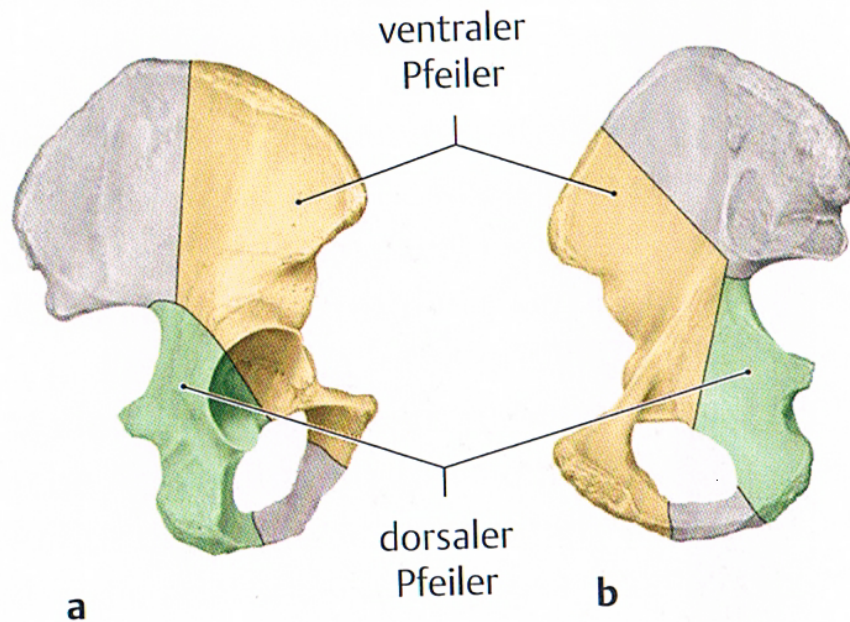
Lendenwirbelsäule verbunden[80]. An den lateralen Seiten ist das Os sacrum über die Articulationes sacroiliacae mit den Hüftbeinen verbunden. Zahlreiche extra- und intraartikuläre Bänder finden sich hier, die die beiden Gelenke straff zusammen halten. Für die Stabilität des Beckenrings sind vor allem die Ligg. sacroiliaca posteriora et interossea verantwortlich[80].

Die ventralen Anteile des Beckenrings werden von den Schambeinen gebildet. Sie sind über eine Synarthrose, die Symphysis pubica, miteinander verbunden. Dazwischen liegt der Discus interpubicus, eine Faserknorpelplatte, die Druck- und Zugkräfte kompensiert, welche beim Gehen und Stehen entstehen[80]. Für die Stabilität des Beckenrings hat die Symphyse jedoch keine wesentliche Bedeutung [31].

Zur besseren Klassifikation von Frakturen wird das Os coxae bzw. das Acetabulum in einen ventralen und einen dorsalen Pfeiler unterteilt. In diesen beiden Pfeilern laufen die Hauptkraftlinien des Beckens[83].

Der längere vordere Pfeiler wird hauptsächlich vom Os pubis gebildet, aber auch vom Os ilium. Er erstreckt sich von der Spina iliaca superior anterior bis zur Symphyse.

Der dorsale Pfeiler wird aus dem Os ilium und dem Os ischii gebildet. Obwohl er wesentlich kürzer ist, stellt der dorsale Pfeiler zusammen mit dem Pfannendach den gewichtstragenden Teil des Acetabulum dar[38,82].



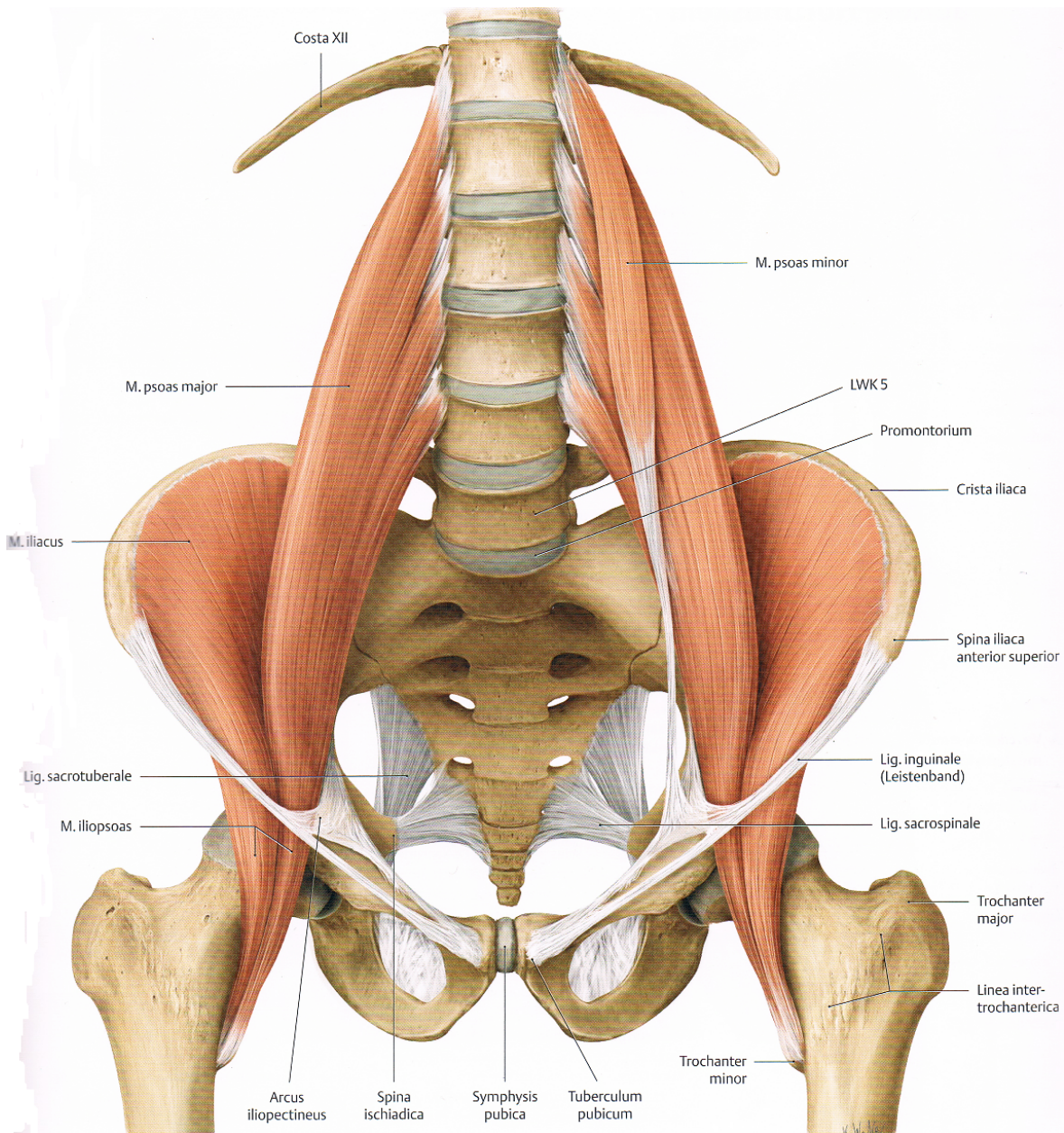
**Abbildung 2: Pfeilereinteilung des Hüftbeins[83].**

a Ansicht von lateral, b Ansicht von medial.

### **1.3 Funktion des Beckens**

Wie bereits beschrieben, stellt das Becken eine relativ starre Ringkonstruktion dar, das stabil mit der Wirbelsäule verbunden ist. Der Beckenring ist Ursprung und Ansatz für viele Muskeln, die für den aufrechten Gang des Menschen bedeutsam sind. Durch die Rumpf – und Oberschenkelmuskulatur erhält der Beckengürtel die biomechanische Aufgabe Bewegung, Statik und hohe Kraftübertragung zu koordinieren. Weiterhin werden hier Stöße von femoral auf den Körperstamm abgefedert, so dass das Becken eine wichtige Aufgabe in der Stabilisierung des Gleichgewichts hat[30].

Bei der Muskulatur ist besonders hervorzuheben der M. iliopsoas, der als kräftigster Flexor im Hüftgelenk eine große Hubhöhe besitzt und daher ein wichtiger Muskel für das Stehen, Gehen und Laufen ist. Der M. iliopsoas bildet sich aus dem M. psoas major und M. iliacus. Bei beidseitiger Schwäche bzw. Lähmung des Muskels ist die Aufrichtung des Rumpfes aus der Rückenlage ohne Armhilfe nicht mehr möglich und das Gehen, v.a. das Treppensteigen, ohne Hilfsmittel stark eingeschränkt[62].



**Abbildung 3: Mm. psoas major und iliacus und ihre Vereinigung zum M. iliopsoas[83]**

Funktionell hat das Becken somit eine Schlüsselposition inne, zum einen als eine Art Sockel für die Wirbelsäule und zum anderen als Basis für die Bewegungen der Beine. Die Stellung des Beckens und der funktionelle Zustand haben folglich direkte Auswirkungen auf die Wirbelsäule und die Beine.

Weiterhin gewährleistet die Ringstruktur mechanischen Schutz für innere Organe, große Gefäße und Nervenbahnen. Mit der Zerstörung des Beckenknochens geht

daher ein erhöhtes Risiko von schweren Begleitverletzungen einher.

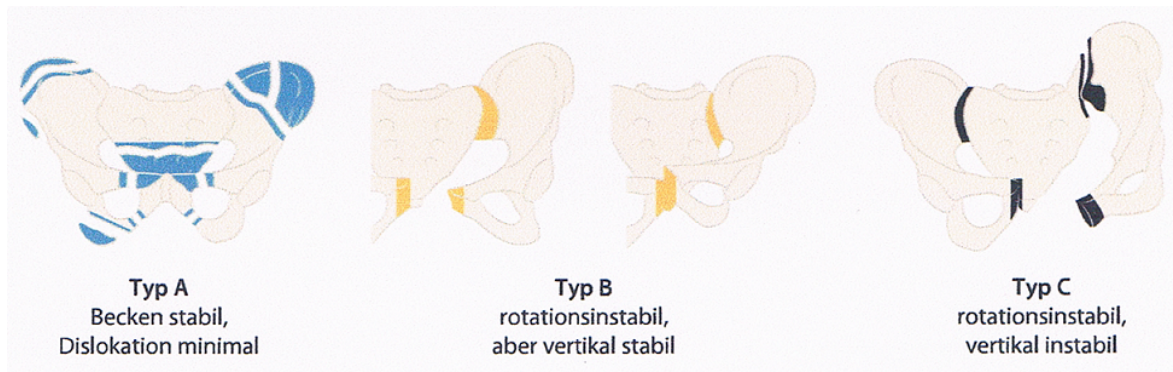
### **1.4 Klassifikation von Beckenringfrakturen**

Die Einteilung der Beckenfrakturen erfolgt nach der AO-Klassifikation (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) in die übergeordneten Kategorien Typ A, Typ B und Typ C. Grundlage der Klassifikation ist die Stabilität des Beckenrings sowie der vertikale Kraftfluss von der Lendenwirbelsäule auf die Hüftgelenke. Eine Fraktur wird als stabil angesehen, solange die Integrität der knöchernen und ligamentären Strukturen des dorsalen Beckenrings erhalten ist[30].

Bei Typ A-Verletzungen bleibt die Stabilität im hinteren Beckenring erhalten. Dazu zählen Rand- bzw. Abrissfrakturen, vordere nicht dislozierte Beckenringfrakturen oder Querfrakturen des Sacrum[14].

Typ B-Verletzungen sind durch eine Rotationsinstabilität einer Beckenseite gekennzeichnet, was zu einer Asymmetrie des Beckenringes führt. Die vertikale Stabilität bleibt erhalten. Dies setzt voraus, dass zumindest Teile des dorsalen Bandapparates intakt sind[30]. B-Frakturen sind entweder einseitige hintere Beckenringfrakturen mit oder ohne vorderer Beckenringfraktur oder beidseitige inkomplette hintere Beckenringfrakturen. Ein Beispiel ist die sogenannte „open-book“-Verletzung: hierbei kommt es zu einer Symphysensprengung in Verbindung mit einer uni- oder bilateralen Verletzung im hinteren Beckenringsegment[14,30].

Eine komplette Instabilität besteht bei Typ C-Frakturen: es liegt eine vollständige Unterbrechung des vorderen und hinteren Beckenringes vor, d.h. eine sogenannte Malgaigne-Fraktur[11]: Der vertikale Kraftfluss ist unterbrochen und mindestens eine Beckenseite ist rotationsinstabil. Sie sind gekennzeichnet durch eine erhebliche Translationsbewegung einer oder beider Beckenhälften. Bei Typ C-Verletzungen liegt immer eine Kombination von ein- oder beidseitiger hinterer Fraktur mit einer vorderen Beckenringfraktur vor. Verletzung vom C-Typ sind im hohen Maße mit lebensbedrohlichen Begleitverletzungen assoziiert[96].



**Abbildung 4: Klassifikation von Beckenringverletzungen[89]**

Eine komplexe Beckenringfraktur liegt vor, wenn es neben der eigentlichen Fraktur zu massiven peripelvinen Verletzungen von Weichteilen, Gefäßen, Nerven oder Organen kommt[7]. In diesem Fall besteht eine deutlich erhöhte Letalität[72]. Bei ca. 10% der Patienten mit Beckenringfrakturen handelt es sich um eine komplexes Beckentrauma[70,96].

### **1.5 Klassifikation von Acetabulumfrakturen**

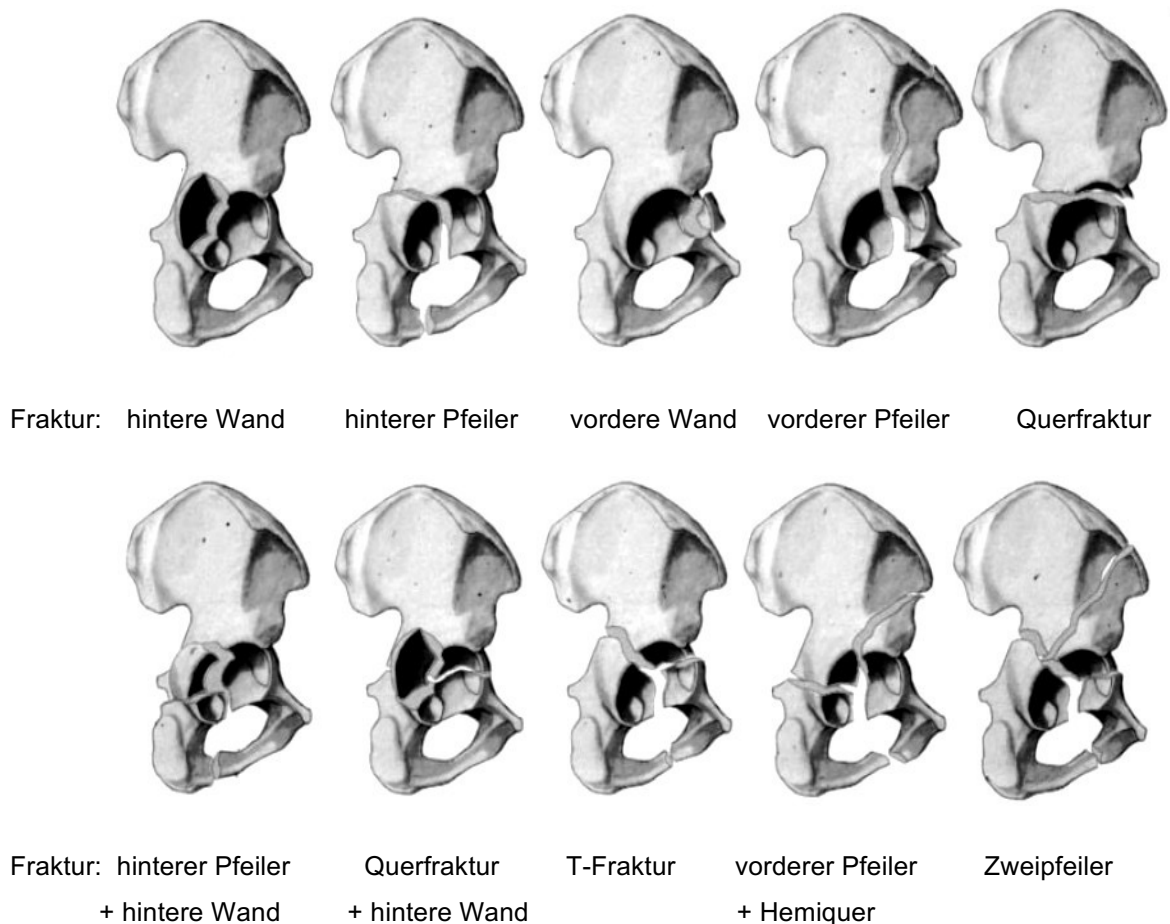
Die Acetabulumfrakturen werden nach Judet und Letournel klassifiziert[36,47]. Auf Basis der Anatomie und Frakturmorphologie erfolgt die Einteilung in insgesamt zehn Frakturtypen: Es werden fünf einfache Frakturtypen, die sogenannten Grundformen, und fünf kombinierte bzw. komplexe Frakturen unterschieden. Die fünf komplexen Frakturen entstehen, wenn zwei einfache Frakturtypen nebeneinander vorliegen[47] (siehe Abbildung 5). Obwohl die Klassifikation durch Judet und Letournel bereits 1964[36] entwickelt wurde, ist sie aufgrund ihrer anatomischen Orientierung und praktischen Anwendbarkeit weiterhin fester Bestandteil im klinischen Alltag.

Bei der Klassifikation nach Judet und Letournel unterscheidet man bei den fünf Grundformen zwischen einer Fraktur der hinteren und vorderen Wand, des hinteren und vorderen Pfeilers, sowie der Querfraktur.

Bei Frakturen der hinteren Wand ist die hintere Acetabulumbegrenzung unterbrochen, das entstehende Frakturfragment disloziert in der Regel nach dorsal. Dies ist die häufigste Form einer Acetabulumfraktur[36,79].

Aus der Kombination der Grundformen ergeben sich die fünf komplexen

Frakturtypen. Hervorzuheben sind hier zum einen die Querfraktur in Verbindung mit einer Fraktur der hinteren Wand, da dies die häufigste komplexe Fraktur ist[36,47,51]. Zum anderen die Zweipfeilerfrakturen, da hier sowohl das komplette Acetabulum vom Beckenring als auch die zwei Pfeiler voneinander getrennt werden[5].



**Abbildung 5: Klassifikation von Acetabulumfrakturen nach Letournel und Judet[17]**

Es existiert eine nach Judet und Letournel abgeleitete AO-Klassifikation. Die Klassifikation unterscheidet jedoch insgesamt 27 Frakturformen und erweitert sie um lokale Zusatzverletzungen des Hüftgelenks wie intra- bzw. extraartikuläre Frakturfragmente oder Knorpelschäden. Da dies eine wesentlich komplexere Unterteilung ist, konnte sie sich bis heute in der Klinik nicht durchsetzen.

## **1.6 Therapie von Beckenring- und Acetabulumfrakturen**

Das oberste Ziel der Therapie der Beckenringfrakturen ist die Wiederherstellung der Stabilität und damit das Erreichen der vollen Mobilität. Vor allem bei geriatrischen Patienten ist bei Typ A-Frakturen und nicht dislozierten, stabilen Typ B-Frakturen ein konservatives Vorgehen möglich. Bei instabilen Typ B, bei Typ C und bei komplexen Frakturen ist die Indikation zur operativen Versorgung gegeben. Je nach Lokalisation und Ausmaß der Instabilität wird das geeignete Osteosyntheseverfahren gewählt[13,97]. Eine stabile Versorgung kann durch eine externe oder interne Fixation erreicht werden. Primär sollte die dorsale Fraktur versorgt werden, da hierdurch die Versorgung des ventralen Beckenrings erleichtert wird[14].

Bei schwerwiegenden Weichteilschäden, offenen oder multiplen Fragmenten werden vordere Beckenringfrakturen zur Stabilisierung zunächst mit einem Fixateur externe versorgt. Wenn es nötig sein sollte, werden diese vorderen Beckenringfrakturen in einem zweiten Schritt plattenosteosynthetisch versorgt.

Aufgrund der bereits erläuterten Schlüsselposition des Beckens ist die Nachbehandlung der Patienten sowohl bei konservativen, als auch bei operativem Vorgehen langwierig.

Während bei den Beckenfrakturen die Stabilitätskomponente im Vordergrund steht, sind die therapeutischen Bemühungen bei Acetabulumfrakturen auf die Vermeidung von Inkongruenz der Gelenkflächen gerichtet.

Operationsindikationen sind die Instabilität, Fragmentinterposition, eine Dislokation der Gelenkfläche größer als 2 mm[28], oder eine Inkongruenz zwischen Femurkopf und Hüftpfanne[5]. Die Wahl des operativen Zugangsweges hängt von der Frakturklassifikation bzw. Frakturlokalisation ab[5]. Wichtige Zugänge sind der hintere Zugang, der sog. Kocher-Langenbeck-Zugang, der bei Frakturen der hinteren Wand und des hinteren Pfeilers angewandt wird, sowie der ilioinguinale Zugang bei Frakturen der vorderen Wand oder des vorderen Pfeilers[53]. Die osteosynthetische Versorgung erfolgt zumeist mit Rekonstruktionsplatten und Zugschrauben[28,53].

## **1.7 Komplikationen**

Häufige Komplikationen im Rahmen von Beckenringverletzung sind Folgende:

Es kann zu schweren intra- und retroperitonealen Blutungen kommen, Hauptblutungsquellen sind das Sakrum, der präsakrale und paravesikale Venenplexus, sowie die Äste der A. iliaca interna. Weitere intrapelvine Verletzungen können Blasen- und Harnröhrenrupturen sein. So treten beispielsweise Verletzungen im Bereich der Urethra in bis zu 15% bei Beckenfrakturen auf[19,42,52,103].

Wichtige Begleitverletzungen sind Nervenläsionen, die insbesondere bei hinteren Beckenringfrakturen auftreten[70]. Mit Nervenverletzungen ist bei instabilen Beckenfrakturen und Acetabulumfrakturen in bis zu 50% der Fälle zu rechnen[7,33,46,59].

Beckenringfrakturen treten häufig im Rahmen von Polytraumen auf, so dass die Therapie auf die peripelvinen Verletzungen abgestimmt werden muss.

Unbehandelt tritt nach Acetabulumfrakturen häufig eine posttraumatische Arthrose auf[47,53], insbesondere, wenn es zu einer Stufenbildung der Gelenkfläche kommt. Insgesamt liegt die Coxarthroserate bedingt durch posttraumatische Arthrose oder durch inkongruente operative Rekonstruktionen bei 39-61%[6,23].

Traumatische Läsionen des N. ischiadicus finden sich vor allem im Rahmen von hinteren Hüftgelenksluxationen und dislozierten Frakturen des hinteren Pfeilers bzw. der hinteren Wand[79]. Angaben zu deren Häufigkeit bewegen sich bei 4-33%[1,21,44].

Weitere Komplikationen sind Hüftkopfnekrosen, periartikuläre Verkalkungen oder Gefäßverletzungen.

## **1.8 Posturale Kontrolle**

Die posturale Kontrolle ist ein übergeordneter, zentraler dynamischer Regelkreis, der dem aufrechten Stand und Gang dient. Zahlreiche Afferenzen aus visuellen, vestibulären und propriozeptiven Rezeptoren werden im zentralen Nervensystem verarbeitet und ermöglichen durch die motorische Antwort eine aufrechte Körperhaltung[54].

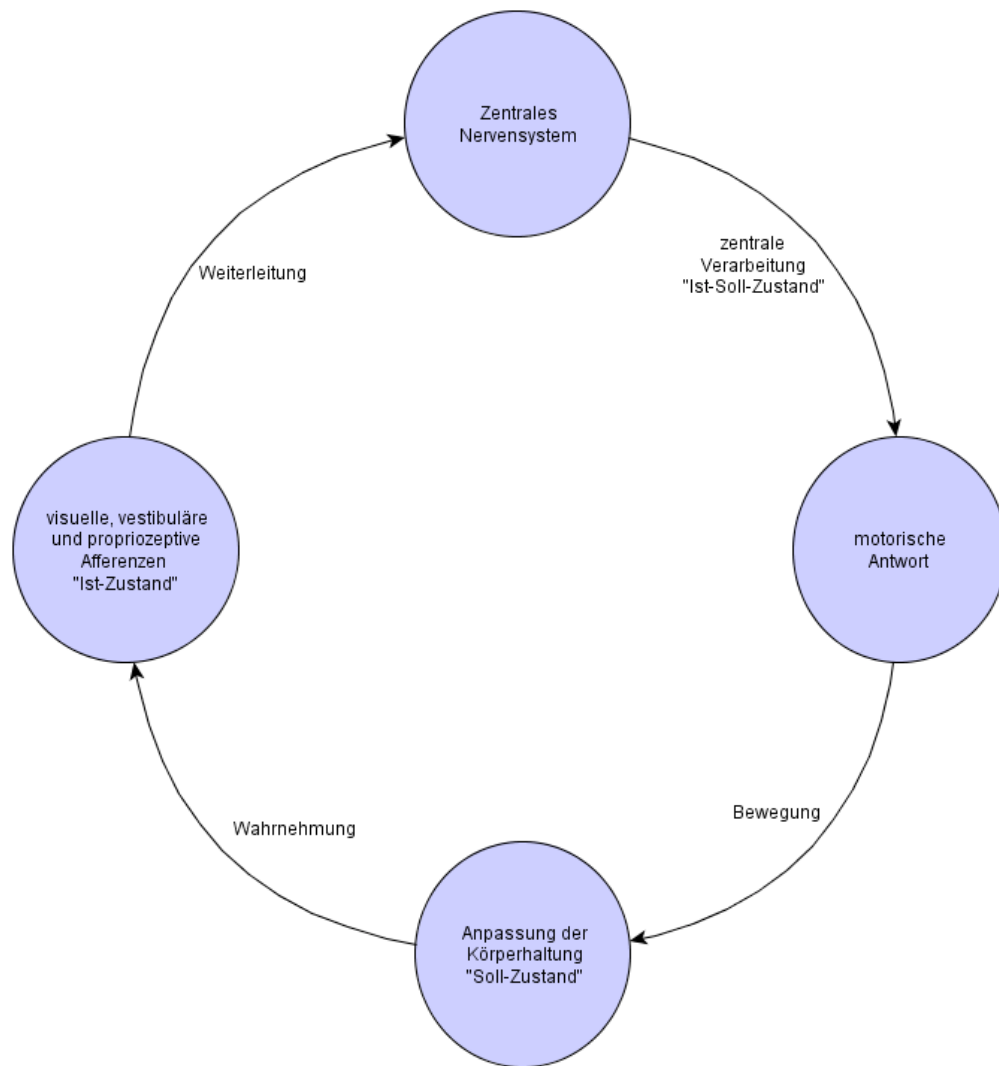
Lange Zeit nahm man an, dass die posturale Kontrolle v.a. reflektorisch reguliert wird[32]. Heute weiß man jedoch, dass für eine erfolgreiche Kontrolle der Haltung die Verarbeitung und Integration der oben genannten sensorischen Information auf spinaler und supraspinaler Ebene notwendig ist[26].

Das visuelle System registriert sowohl Objekte im Raum als auch die eigene Körperposition und die Lage einzelner Körperteile zueinander im Raum.

Das propriozeptive System nimmt über spezielle Rezeptoren, Veränderungen der Muskelspannung, der Muskellänge und der Gelenkstellung wahr und übermittelt diese an das Zentralnervensystem.

Diese Rezeptoren sind die Muskelspindeln in der Muskulatur, Golgi-Sehnen-Organ in den Sehnen, Ruffini- und Pacini-Körperchen in den Gelenkkapseln und freie Nervenendigungen, Meissner-, Ruffini- und Pacini-Körperchen in der Haut[81]. Die Bewegungswahrnehmung über die Propriozeption ist von besonderer Bedeutung für die posturale Kontrolle: So bewirkt beispielsweise eine ischämische, anästhetische oder durch Kühlung herbeigeführte Blockade des afferenten Schenkels der Propriozeptoren eine Zunahme der posturalen Schwankungen im Stehen[16,49,50]. Die Regulation der dynamischen posturalen Kontrolle scheint insbesondere auf die Informationen aus den Afferenzen der Muskelspindeln und Hautrezeptoren angewiesen zu sein[27,35,39].

Das vestibuläre System befindet sich im Innenohr und liefert Informationen über die Stellung des Kopfes im Raum und plötzliche Lageveränderungen bzw. Beschleunigungen des Kopfes. Es ist damit erheblich an der Regulation der posturalen Kontrolle beteiligt. Die afferenten Nervenfasern des N. vestibularis leiten ihre Signale über Kopfhaltung und Bewegung an vier verschiedene Kerne (Nucleus superior Bechterew, Nucleus inferior Roller, Nucleus medialis Schwalbe und Nucleus lateralis Deiters) weiter[81]. In den Kernen werden die vestibulären Afferenzen durch visuelle Information und propriozeptive Informationen ergänzt. Auf diese Weise kann das ZNS die Gesamtkörperhaltung berechnen und die posturale Kontrolle koordinieren.



**Abbildung 6: Schematische Darstellung der Abläufe bei der posturalen Kontrolle [Eigene Darstellung].**

## **1.9 Fragestellung**

Beckenring- und Acetabulumfraktur stellen eine hohe Anforderung an den behandelnden Arzt dar. Eine korrekte Diagnose mit daraus resultierendem Therapieverfahren nach den jeweils gültigen Empfehlungen ist wichtig für das spätere Outcome. Die Entscheidung für ein konservatives versus operatives Verfahren muss für jeden Patienten individuell entschieden werden, ebenso die Behandlung lokaler oder allgemeiner Komplikationen in der späteren Behandlungsphase. Zu den Komplikationen nach Beckenfrakturen gehören neurologische Ausfälle, chronische Schmerzen und Einschränkungen auf urologischem Gebiet sowie in der Sexualfunktion.

Daraus können sich physische und psychische Beeinträchtigungen ergeben.

Wie bereits beschrieben ist das Becken Ansatz von zahlreichen Muskeln, die am Prozess des aufrechten Ganges beteiligt sind[84].

Daraus ergibt sich die Frage, ob Frakturen im Bereich des Beckens Einfluss auf die Weiterleitung propriozeptiver Reize haben und zu einer Fehlregulation der posturalen Kontrolle führen. Diesbezüglich sind begleitende Nervenläsionen und chronische Schmerzen, die häufig bei instabilen Beckenring- und Acetabulumfrakturen auftreten, ebenfalls von Interesse: durch direkte nervale Blockade der propriozeptiven Fortleitung bzw. durch Schon- oder Fehlhaltung können sich diese Komplikationen als eigenständige Faktoren auf die posturale Kontrolle beeinflussen.

Unklar ist daher, ob Beckenring- und Acetabulumfrakturen Einfluss auf die posturale Kontrolle haben.

Ziel dieser kontrollierten, klinischen Studie ist es, den Einfluss der Becken- und Acetabulumfrakturen auf die posturale Stabilität mittels computerunterstützter dynamischer Posturographie zu untersuchen. Zusätzlich wird mit standardisierten Scores die subjektive gesundheitsbezogene Lebensqualität erfasst werden, die Aspekte wie Schmerzen, Beweglichkeit und funktionelle Beeinträchtigung im Alltag beinhaltet.

## **2. Material und Methoden**

### ***2.1 Rekrutierungen der Studienteilnehmer***

Unter Berücksichtigung der Ein- und Ausschlusskriterien (siehe Kapitel 2.2) erfolgte die Rekrutierungen der Patienten mit Z.n. operativ versorgter Beckenring- oder Acetabulumfraktur und der gesunden Kontrollprobanden auf unterschiedlichen Wegen:

Die Rekrutierung der Patienten mit Z.n. Beckenring- oder Acetabulumfraktur, die im Zeitraum von 2006 - 2012 operativ versorgt worden waren, erfolgte nach Recherche im Archiv des Bundeswehrkrankenhauses Ulm über schriftliche und telefonische Kontaktaufnahme.

Die Kontrollgruppe bestand unter Berücksichtigung des Altersdurchschnitts der Gruppe Patienten mit Z.n. Beckenring- oder Acetabulumfraktur sowie der Ein- und Ausschlusskriterien (siehe Kapitel 2.2) v.a. aus anderen Patienten und deren Angehörigen, Mitarbeitern des Bundeswehrkrankenhauses Ulm und Studenten der Universität Ulm.

### ***2.2 Ein- und Ausschlusskriterien***

Es folgt eine Auflistung der Ein- und Ausschlusskriterien für die Rekrutierung der Probanden mit Z.n. Beckenring- oder Acetabulumfraktur sowie für die Kontrollgruppe:

#### *Einschlusskriterien:*

- Schriftliche Einwilligung des Probanden
- Alter  $\geq 18$  Jahre
- Beckenringfraktur Typ B, Typ C oder Acetabulumfraktur – mindestens ein Jahr nach operativer Versorgung, Beobachtungszeitraum 2006 - 2012 (gilt nicht für die Kontrollgruppe)

### Ausschlusskriterien:

- Akute oder chronische Erkrankungen oder Verletzungen der unteren Extremitäten, der Wirbelsäule oder des Beckens z.B. pAVK, Z.n. Thrombose der unteren Extremität < 1 Jahr, Z.n. Wirbelsäulenoperation, Z.n. Frakturen der unteren Extremität < 1 Jahr.
- Metabolische Grunderkrankungen, insbesondere Diabetes mellitus, BMI > 30 kg/m<sup>2</sup>, arterielle Hypertonie (trotz medikamentöser Einstellung >140/100mmHg), symptomatische oder anamnestisch angegebene instabile koronare Herzkrankheit.
- Neurologische Grunderkrankungen, Erkrankungen mit erhöhter Sturzgefahr wie Morbus Parkinson oder dementielles Syndrom, Z.n. Schlaganfall, Polyneuropathien und Myopathien unterschiedlicher Genese, Epilepsie, intrakranielle oder spinale raumfordernde Prozesse.
- Erkrankungen des audiovisuellen und vestibulären Systems z.B. Morbus Menière, Neuritis vestibularis, Akustikusneurinom, nicht ausgeglichener Visusverlust.

### **2.3 Anzahl der Studienteilnehmer**

Im Zeitraum Januar 2006 bis April 2012 wurden im Bundeswehrkrankenhaus Ulm insgesamt 134 Patienten mit einer Verletzung des Beckenrings und/oder des Acetabulum medizinisch versorgt. 86 der recherchierten Patienten mit einer Beckenringfraktur Typ B, Typ C und/oder einer Acetabulumfraktur konnten in die Studie eingeschlossen werden, da ihre Fraktur operativ behandelt wurde. 48 der Patienten mit Beckenring- oder Acetabulumfraktur wurden konservativ versorgt und erfüllten somit nicht die Einschlusskriterien.

40 Patienten erklärten sich hiervon bereit an der Studie teilzunehmen und wurden nachuntersucht. Zwei der 40 Patienten mussten für die Auswertung wieder ausgeschlossen werden, da sie nebenbefundlich Krankheitsbilder hatten, die zu den Ausschlusskriterien zählen (Epilepsie und Diabetes mellitus).

46 Patienten nahmen nicht an der Studie teil. Die Gründe der Ablehnung können in sechs Kategorien eingeteilt werden:

1. Nicht erreichbar:

5 der 46 Nicht-Teilnehmer waren nach Zusendung der Patienteninformation und trotz mehrerer Versuche telefonisch nicht erreichbar.

2. Unbekannt verzogen:

14 der 46 Nicht-Teilnehmer sind unbekannt verzogen, so dass sie weder per Post noch telefonisch erreichbar waren.

3. Verstorben:

4 der 46 Nicht-Teilnehmer waren verstorben.

4. Verminderte Mobilität:

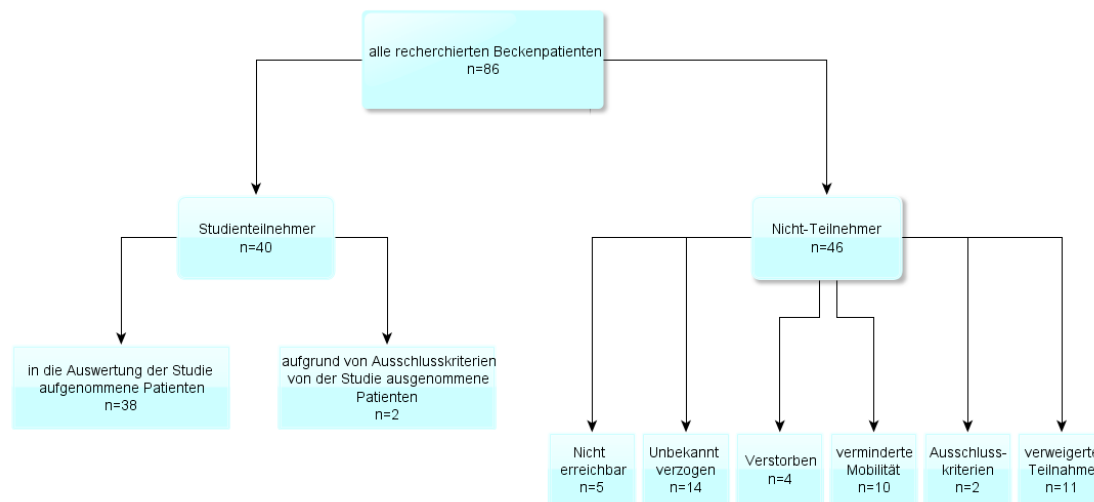
10 der 46 Nicht-Teilnehmer sind nur noch mit dem Rollator mobil oder leiden unter einem verminderten gesundheitlichen Allgemeinzustand und haben ihre Teilnahme verweigert.

5. Ausschlusskriterien:

2 der 46 Nicht-Teilnehmer mussten trotz Bereitschaft ausgeschlossen werden, da sie Ausschlusskriterien erfüllen (Drehschwindel und Wirbelsäulenoperation zum Nachuntersuchungszeitpunkt).

6. Verweigerte Teilnahme:

11 der 46 Nicht-Teilnehmer hatten kein Interesse an der Nachuntersuchung teilzunehmen.



**Abbildung 7: Graphische Darstellung der Zusammensetzungen der Studienteilnehmer und Nicht-Teilnehmer [Eigene Darstellung].**

## **2.4 Biodex Balance System®**

Die posturale Kontrolle kann mittels computerunterstützter dynamischer Posturographie quantifiziert werden. Hierzu verwendeten wir das Biodex Balance System® (Biodex, Shirley, USA).

Beim Biodex Balance System® (BSS) handelt es sich um eine zirkuläre Plattform, welche simultan eine freie passive Beweglichkeit in Richtung aller Achsen aufweist. Die Stabilität der Plattform lässt sich in einem mehrstufigen System regulieren, beginnend bei einer stabilen Platte bis hin zur freien Schwenkbarkeit, die sich in 12 dynamischen Levels einstellen lässt. Die Standfestigkeit des Untersuchten nimmt von Level 1 zu Level 12 kontinuierlich zu[8,66,87]. Sensoren registrieren die dynamische Auslenkung der Platte und berechnen die Abweichung vom Zentrum. Entsprechend der im zeitlichen Verlauf gemessenen Auslenkungsgrade werden drei Indizes berechnet:

Der medial-laterale Stabilitätsindex (Medial-Lateral Stability index, MLSI), der anterior-posteriore Stabilitätsindex (Anterior-Posterior Stability index, APSI) und der gesamte Stabilitätsindex (Overall Stability Index, OSI). Die Indizes werden nach folgenden Formeln (Formel 1) berechnet:

$$APSI = \sqrt{\frac{\sum (0 - Y)^2}{\# \text{ Einzelmessungen}}}$$

$$MLSI = \sqrt{\frac{\sum (0 - X)^2}{\# \text{ Einzelmessungen}}}$$

$$OSI = \sqrt{\frac{\sum (0 - X)^2 + \sum (0 - Y)^2}{\# \text{ Einzelmessungen}}}$$

**Abbildung 8: Formeln zur Berechnung der Stabilitätsindices[88]**

APSI = anterior-posteriorer Stabilitätsindex, MLSI = medial-lateraler Stabilitätsindex, OSI = gesamter Stabilitätsindex

Die gemessenen Werte werden in Winkelgrad [°] angegeben.

Das BSS kann bei einer Messgenauigkeit von 0,1° bis maximal 20° abkippen. Da der Stabilitätsindex die durchschnittliche Abkippung im zeitlichen Verlauf widerspiegelt, bedeutet ein niedriger Stabilitätsindex ein gutes Ergebnis bezüglich der stabilen Standfähigkeit[88].

Auf dem Bildschirm des BSS ist die Platte, auf welcher der Untersuchte steht, in Form eines Kreises abgebildet. Ein schwarzer beweglicher Punkt spiegelt die Position des Probanden auf der Platte wieder und ermöglicht je nach Protokoll so ein visuelles Biofeedback.

Nach Abschluss der Messungen werden auf diesem Bildschirm die oben genannten Stabilitätsindices mit ihren jeweiligen Standardabweichungen angezeigt.



**Abbildung 9: Biodex Balance System und ein vergrößerter Ausschnitt des Bildschirms während einer Messung[88]**

## ***2.5 Ablauf der Nachuntersuchung***

Die Nachuntersuchung lief nach folgendem Schema ab: Den Patienten und Probanden wurde die Probandeninformation ausgehändigt, sie wurden aufgeklärt und sie unterschrieben die Einwilligungserklärung zur Teilnahme an unserer Studie. Dann wurde der Fragebogen beantwortet und die körperliche Untersuchung durchgeführt. Zuletzt wurden die Patienten bzw. Probanden in das BSS eingewiesen und die Messungen der posturalen Kontrolle mittels BSS durchgeführt.

### **2.5.1 Fragebogen zur Nachuntersuchung**

Der verwendete Fragebogen ist eine verkürzte und modifizierte Form des Fragebogens der Arbeitsgemeinschaft Becken III der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie zur Nachuntersuchung von Beckenfrakturen (siehe Anhang).

Der Fragebogen besteht aus folgenden fünf Abschnitten:

#### 1. Allgemeine Fragen:

In diesem Abschnitt werden allgemeine Informationen zum Probanden erfragt, hierbei auch Vorerkrankungen und Medikamenteneinnahme.

#### 2. Fragen bezüglich Begleitverletzungen bei der Beckenfraktur:

Hier wird nach peripelvinen Verletzungen des Urogenitaltraktes und von Nerven und begleitenden Symptomen gefragt.

#### 3. Fragen bezüglich des heutigen Gesundheitszustandes:

Der gesundheitsbezogene Lebensqualität wird in Form von zwei Scores gemessen: SF-12 und EQ-5D. Außerdem wird der Hüftscore nach Merle d'Aubigné verwendet, der eine Beurteilung der Funktion des Hüftgelenks erlaubt.

#### 4. Körperliche Untersuchung:

Die körperlichen Untersuchung diene v.a. der Beurteilung der Beweglichkeit im Hüftgelenk, des neurologischen Status und der Kraft in der unteren Extremität.

(siehe Kapitel 2.5.2)

#### 5. Fragen bezüglich der Selbsteinschätzung des Gleichgewichtgefühls:

Der Patient soll in diesem Teil sein subjektives Gleichgewichtsgefühl bei alltäglichen Situationen sowie bei den Messungen der posturalen Kontrolle bewerten.

Zu den bereits erwähnten Scores zählt der SF-12. Der 12-Item Short Form Health Survey (SF-12) ist eine Kurzfassung des SF-36, der wiederum aus der Medical Outcome Study (MOS)[85] entwickelt worden ist. Dieser Fragebogen ist ein krankheitsunspezifisches Messinstrument zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität.

Wie auch im SF-36 werden im SF-12 verschiedene Aspekte des Wohlbefindens abgefragt, die sich den Bereichen körperliche- und psychische Gesundheit zuordnen lassen: Körperliche Funktionsfähigkeit, körperliche Rollenfunktion, körperliche Schmerzen, allgemeine Gesundheitswahrnehmung, Vitalität, soziale Integration, emotionale Rollenfunktion und psychisches Wohlbefinden.

Die Ergebnisse werden daher beim SF-12 in einem Gesamtscore für die körperliche Summenskala (KSK) und einem für die psychische Summenskala

(PSK) angegeben.

Ein großer Vorteil des SF-12 gegenüber anderen Instrumenten zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität ist seine große weltweite Verbreitung. Er ist bereits in zahlreichen Studien angewendet und macht Vergleiche mit diesen Studienergebnissen möglich[102]. Darüber hinaus sind Vergleiche mit der Durchschnittsbevölkerung oder gesunden Kohorten möglich. Dies wird über eine Eichung der Summenscores erreicht: Ein Score von 50 entspricht dem Durchschnittswert einer bevölkerungsbasierten Stichprobe[100].

Alle 12 Begriffe gehen vordefiniert unterschiedlich gewichtet in die beiden Summenskalen ein[43]. Die Auswertung des SF-12 ist eine relativ komplizierte Prozedur, die durch ein spezielles Auswertungsprogramm vorgenommen wird. Grundlegend hierfür ist eine SPSS-Syntax, die gemäß der Handanweisung von Bullinger/Kirchberger (1998) zu verwenden ist.

Zur Erfassung der Lebensqualität wurde der EQ-5D Fragebogen ausgewählt. Dabei handelt es sich um ein generisches Lebensqualitäts-Messinstrument, das 1990 von der Euro-Qol Forschungsgruppe[91] entwickelt wurde.

Es werden fünf Fragen gestellt und jede Frage hat drei mögliche Antworten. Es wird nach Beweglichkeit und Mobilität gefragt, nach der Selbstversorgung, allgemeinen Tätigkeiten (z.B. Arbeit, Studium, Hausarbeit, Familien- oder Freizeitaktivitäten), nach Schmerzen und körperlichen Beschwerden sowie nach Angst und Niedergeschlagenheit. Jede dieser fünf Dimensionen kann in einer der drei folgenden Bewertungen durch den Patienten beantwortet werden: keine Probleme, einige Probleme oder extreme Probleme.

Der Hüft-Score nach Merle d'Aubigné (Merle d'Aubigné und Postel, 1954) dient der Funktionseinschätzung der Hüftgelenke, insbesondere nach Hüftendoprothetik[61]. Bewertet werden die Untergruppen Schmerz, Mobilität und Gehfähigkeit. In jeder Untergruppe werden Punkte von 0 bis 6 vergeben, maximal zu erreichen sind 18 Punkte. Ein Punktwert von 18 heißt „sehr gut“, 15 bis 17 Punkte entsprechen einem „guten“ Ergebnis, 13 bis 14 Punkte bedeutet „mäßig“ und ein Ergebnis <13 Punkten entspricht einem „schlechten“ funktionellen Outcome[69].

## 2.5.2 Körperliche Untersuchung

Der Schwerpunkt bei der körperlichen Untersuchung war die Beurteilung der Beweglichkeit im Hüftgelenk, den neurologischen Status und die Kraft in der unteren Extremität.

Das Hüftgelenk ist in allen drei Ebenen beweglich, so dass Extension/ Flexion, Abduktion/ Adduktion und Außenrotation/ Innenrotation geprüft werden. Als Grundlage zur Beurteilung des Bewegungsausmaßes dient die Neutral-Null-Methode.

Im Rahmen der neurologischen Beurteilung wurde nach Sensibilitätsstörungen im Bereich des Beckens und der unteren Extremitäten gefragt. Die Zwei-Punkt-Diskrimination zur Erhebung eines potentiellen sensorischen Defizits wurde an den Großzehen mit Hilfe eines Zirkels getestet. Außerdem wurde der Patellarsehnenreflex und Achillessehnenreflex durchgeführt und das Vorliegen eines positiven Lasegué- und Bragard-Zeichen überprüft.

Bei der Beurteilung der Kraft wurden unterschiedliche funktionelle Muskelgruppen getestet: die Kniebeuger und Kniestrecker sowie die Fußheber und Fußsenker. Zur Dokumentation der Ergebnisse wurde die Kraftskala nach British Medical Research Council[9] herangezogen.

**Tabelle 1: Kraftskala nach British Medical Research Council[9]**

| Kraftgrad | Klinische Bedeutung                                 |
|-----------|-----------------------------------------------------|
| 0/5       | keinerlei Muskelaktivität, komplette Lähmung        |
| 1/5       | sichtbare/tastbare Kontraktion ohne Bewegungseffekt |
| 2/5       | Bewegung bei Ausschaltung der Schwerkraft möglich   |
| 3/5       | Bewegung gegen die Schwerkraft gerade noch möglich  |
| 4/5       | Bewegung gegen mäßigen Widerstand                   |
| 5/5       | normale Kraft                                       |

Die ermittelten Werte wurden in Abschnitt 4 des Fragebogens notiert (siehe Anhang).

### **2.5.3 Messungen mit dem Biodex Balance System®**

Die Messungen auf dem BSS erfolgten in Level 12 (stabilstes dynamisches Level) und Level 8 (mittleres dynamisches Level) sowohl beidbeinig als auch jeweils im Einbeinstand für je 3 mal 20 Sekunden. So ergaben sich insgesamt 6 Messungen pro Studienteilnehmer.

Level 8 wurde weiterhin gewählt, da vorherige Studien zeigten, dass dieses Level von den meisten Personen bewältigt werden kann und genaue Ergebnisse liefert[15,64]. Zusätzlich wurde Level 12 verwendet, da vorab nicht klar war, ob auch unser Patientenkollektiv Level 8 gut bewältigten wird und inwieweit sich das untersuchte, schwerwiegende Verletzungsmuster auf die posturale Kontrolle auswirkt.

Für alle Patienten und Probanden galten die gleichen Versuchsbedingungen:

Die Messungen wurden barfuß durchgeführt, da sowohl unterschiedliches Schuhwerk als auch die Stabilität auf Socken beeinflussend sein können. 3 Patienten mussten von dieser Regel ausgeschlossen werden, da sie aufgrund von Beinlängendifferenzen spezielles Schuhwerk trugen.

Die Messungen wurden bei geöffneten Augen durchgeführt.

Um ein visuelles Feedback zu vermeiden, wird der Bildschirm des BSS verdeckt.

Die Probanden wurden angehalten, die Messungen durchzuführen, ohne sich an den Haltegriffen des BSS festzuhalten.

### **2.5.4 Statistik**

Die Studie wurde für insgesamt 90 Probanden geplant. Diese Probandenzahl ergab sich aus der statistischen Berechnung des Instituts für Epidemiologie und Medizinische Biometrie der Universität Ulm (Software: nQuery;  $\alpha = 0,05$ ; zweiseitig; Power = 0,80; klinisch relevanter Unterschied des OSI zwischen Beobachtungs- und Kontrollkollektiv = 0,5).

Trotz maximaler Bemühungen war es uns nicht möglich diese Probandenzahl zu erzielen, es wurden 38 Patienten und 38 Kontrollprobanden untersucht, also insgesamt 76 Probanden. Die Nachuntersuchung der rekrutierten Probanden hat bereits den geplanten zeitlichen Rahmen deutlich überschritten, so dass eine Erweiterung des Beobachtungszeitraum nicht möglich war.

Die Datenerfassung und Auswertung erfolgte mittels Excel. Für qualitative Merkmale wurden absolute und relative Häufigkeiten berechnet. Für quantitative Merkmale wurden Median, Minimum und Maximum sowie das 1. und 3. Quartil berechnet, um mit diesen Werten vergleichende Boxplots erstellen zu können.

Vergleiche sollen nicht nur zwischen den Patienten mit Z.n. Beckenring- oder Acetabulum und der Kontrollgruppe gezogen werden, sondern auch innerhalb der Beckengruppe. Hierfür wurde diese Gruppe nochmals nach verschiedenen Kriterien unterteilt, wie zum Beispiel Alter, Geschlecht, Frakturtyp oder begleitende Nervenschäden.

Unsere ermittelten Daten sind nicht normalverteilt. Die statistischen Gruppenvergleiche für den Overall Stability Index bei allen Beckenpatienten im Vergleich zu allen Kontrollprobanden werden entsprechend der Art der Verteilung der Daten mit dem Wilcoxon-Test durchgeführt. Dabei wird das Signifikanzniveau auf  $p < 0,05$  festgelegt. Die statische Auswertung erfolgte mit dem Computerprogramm WinStat® für Microsoft® Excel.

Diese Studie wurde zuvor der Ethikkommission der Universität Ulm zur Prüfung vorgelegt und von dieser zugestimmt (Ethikantrag-Nr.: 219/12). Die Rechte der Studienteilnehmer wurden gemäß der Deklaration von Helsinki von 1964 geschützt.

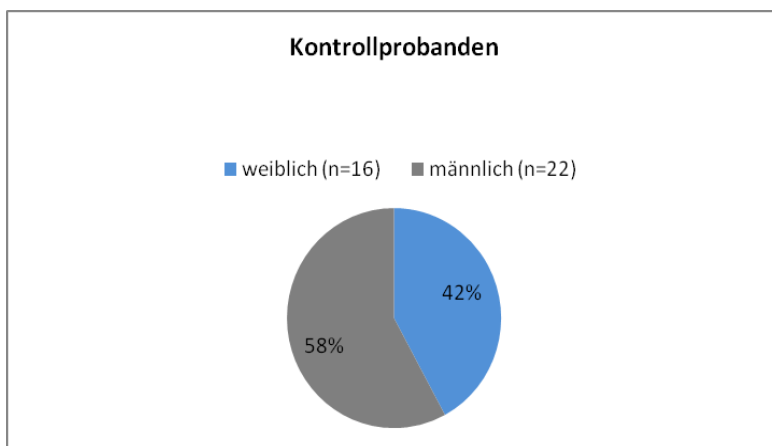
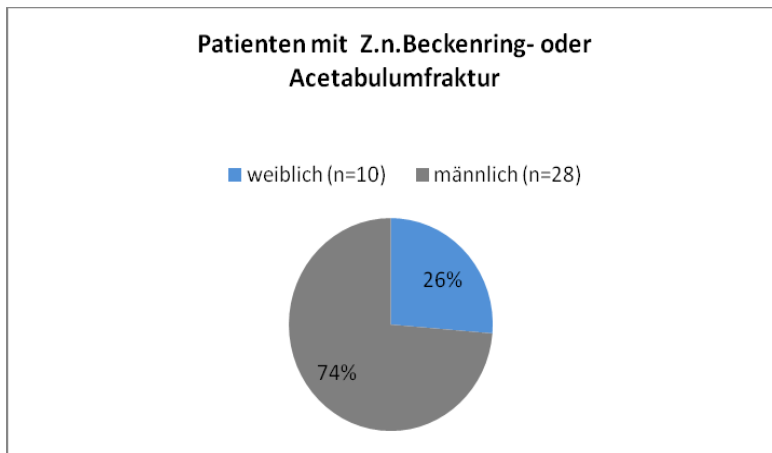
### **3. Ergebnisse**

#### ***3.1 Studienteilnehmer***

In unserer Studie wurden Daten von 38 Patienten mit Z.n. operativ versorgter Beckenring- oder Acetabulumfraktur eingeschlossen und mit einer Kontrollgruppe von 38 Probanden verglichen.

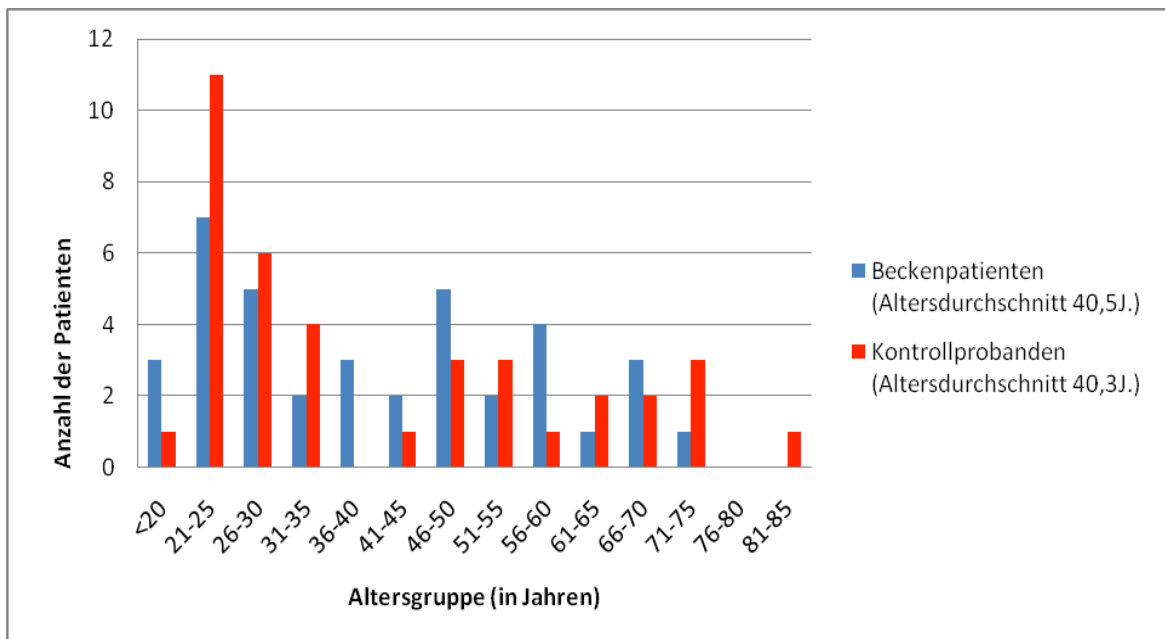
26,3% (10/38) der im Rahmen der Nachuntersuchung erfassten Patienten mit Z.n. operativ versorgter Beckenring- oder Acetabulumfraktur waren weiblich, 73,6% (28/38) waren männlichen Geschlechts.

Bei der Gruppe der 38 Kontrollprobanden waren 42,1% (16/38) weiblich und 58,9% (22/38) männlich.



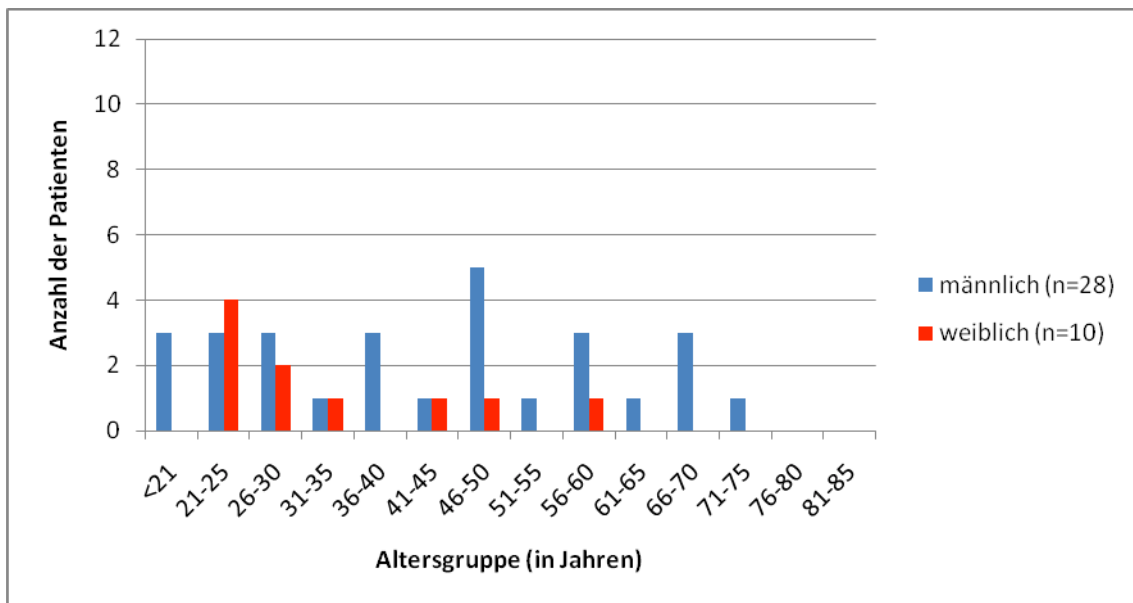
**Abbildung 10: Geschlechterverteilung bei den Patienten mit Zustand nach (Z. n.) Beckenring- oder Acetabulumfraktur und den Kontrollprobanden. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

In der Gruppe der Patienten mit Z.n. Beckenring- oder Acetabulumfraktur lag der Altersdurchschnitt zum Erhebungszeitpunkt bei 40,5 Jahren (Range: 19-75). Entsprechend dem Altersdurchschnitt des Patientenkollektivs wurden die Kontrollprobanden ausgewählt. Es ergab sich ein Altersdurchschnitt von 40,3 Jahren (Range 19-82).



**Abbildung 11: Vergleich der Altersstrukturen des Patientenkollektivs mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur und mit den Kontrollprobanden. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

Beim geschlechterspezifischen Vergleich der Altersstruktur innerhalb der Gruppe der Patienten mit Z.n. operativ versorgter Beckenring- oder Acetabulumfraktur zeigt sich bei den männlichen Patienten ein Altersgipfel bei 46-50 Jahren, bei den weiblichen Patienten bei 21-25 Jahren.



**Abbildung 12: Geschlechterspezifische Altersstruktur der Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur im Vergleich. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

### **3.2 Patientenkollektiv**

Im Zeitraum Januar 2006 bis April 2012 wurden im Bundeswehrkrankenhaus Ulm insgesamt 134 Patienten mit einer Verletzung des Beckenrings und/oder des Acetabulum medizinisch versorgt. 86 der recherchierten Patienten konnten in die Studie eingeschlossen werden, da ihre Fraktur operativ behandelt wurde. 48 der Patienten mit Beckenring- oder Acetabulumfraktur wurden konservativ versorgt und erfüllten somit nicht die Einschlusskriterien.

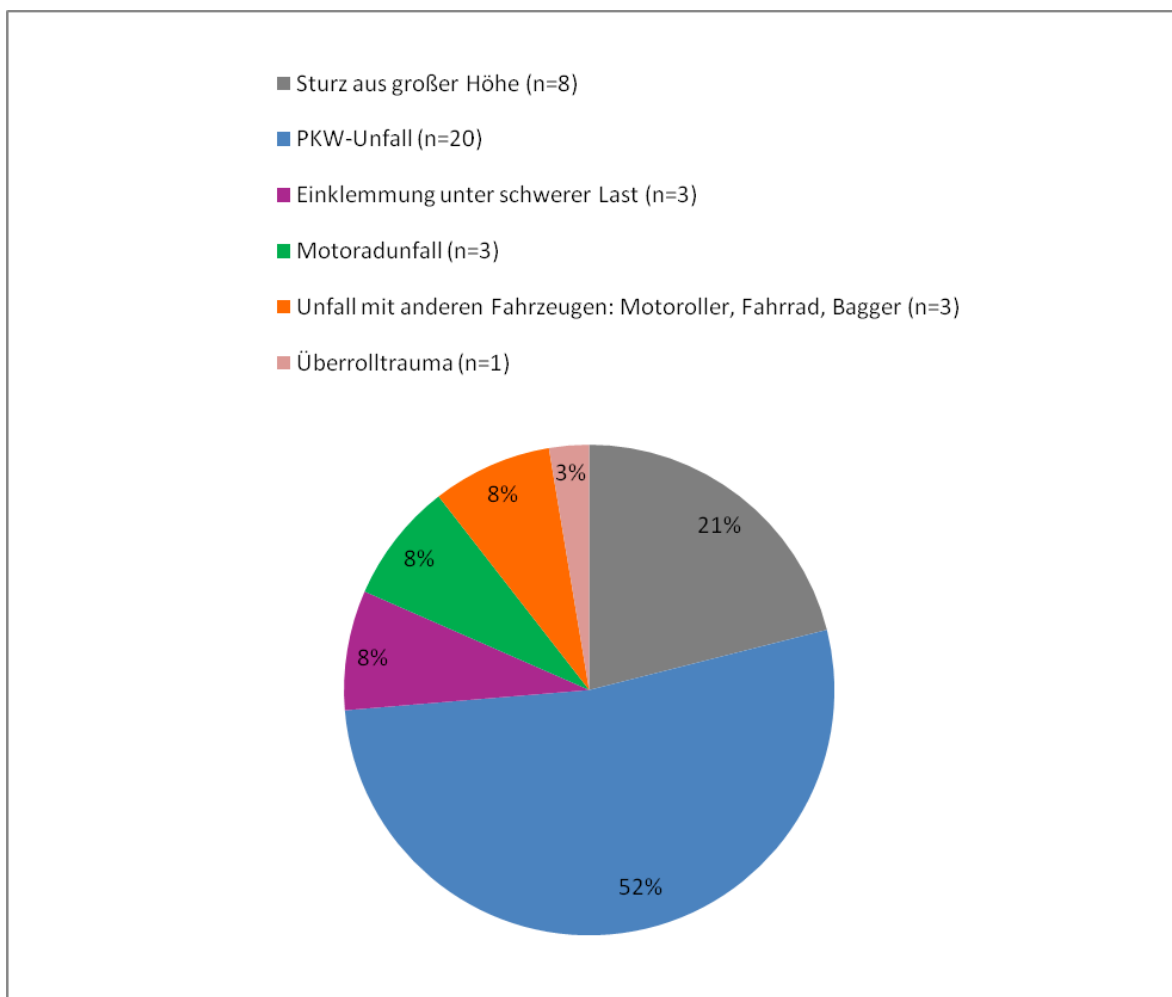
38 der 86 recherchierten Patienten wurden in die Studie aufgenommen, die folgenden Daten ergaben sich also aus den Nachuntersuchungsergebnissen dieser 38 Patienten mit Z. n. operativ versorgter Beckenring- oder Acetabulumfraktur.

Im Durchschnitt wurden die Patienten 35 Monate (Range: 12-48) nach ihrem Unfall nachuntersucht.

Prozentuale Angaben können im Folgenden in der Summe auf Grund von Rundungen nicht 100% ergeben.

### 3.2.1 Unfallursachen

In dem Patientenkollektiv zeigte sich, dass ein PKW-Unfall als die häufigste Ursache für eine operativ versorgungsbedürftige Beckenring- oder Acetabulumfraktur war. Dieser Unfallmechanismus betraf 20 der 38 Patienten (52,6%) und überwiegend Männer (13/20). Zweithäufigste Frakturursache war ein Sturz aus großer Höhe (8/38, 21,0%). In drei Fällen (7,9%) war eine Einklemmung unter einer schweren Last Ursache für eine Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Drei männliche Patienten (7,9%) verunfallten bei einer Motorradfahrt. In drei weiteren Fällen (7,9%) ereignete sich der Unfall mit geschwindigkeitsbegrenzten Fahrzeugen wie Motoroller, Fahrrad und Bagger. Ein Patient erlitt die Beckenfraktur durch ein Überrolltrauma (1/38, 2,6%).



**Abbildung 13: Unfallmechanismen der 38 Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

### 3.2.2 Frakturverteilung

Zur Einteilung der Beckenringfrakturen wurde die in Kapitel 1.4 beschriebene AO-Klassifikation verwendet, die Beckenverletzungen in Typ A, B und C unterteilt. Typ A-Frakturen tauchen im Folgenden nicht auf, da im betrachteten Zeitraum kein Patient eine Typ A-Verletzung aufwies, die operativ versorgt werden musste.

Den Beckenringfrakturen Typ B und C wurden die isolierten Acetabulumfrakturen und kombinierte Beckenring- und Acetabulumfrakturen gegenübergestellt.

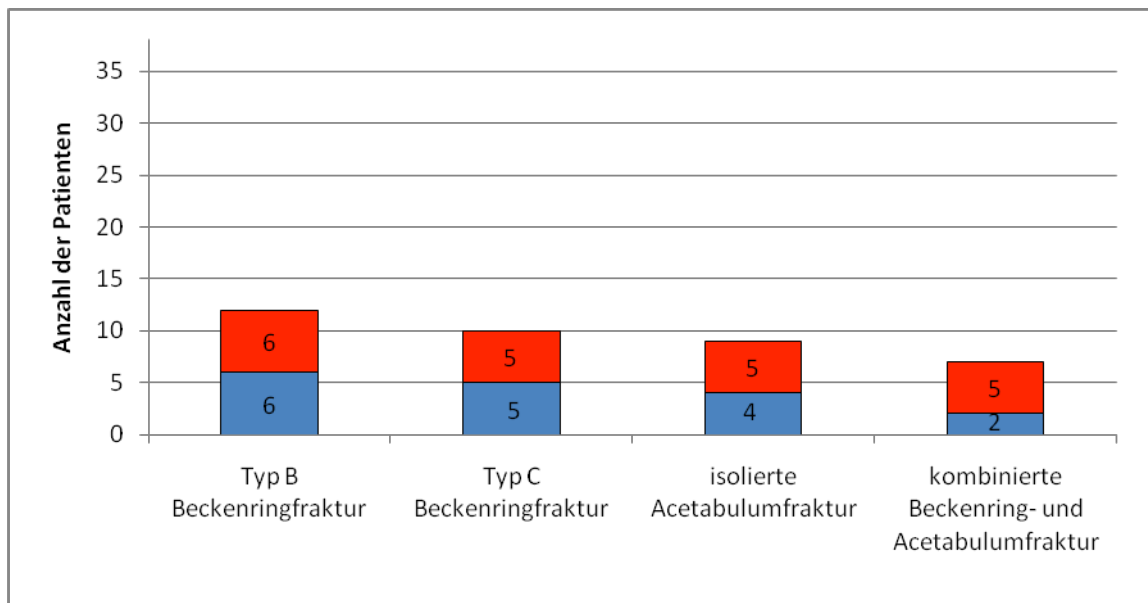
Die Frakturverteilung in diesem Patientengut zeigte sich wie folgt: 31,6% (12/38) hatten eine Beckenringfraktur Typ B, 26,3% (10/38) eine Beckenringfraktur Typ C, weitere 23,7% (9/38) eine isolierte Acetabulumfraktur und 18,4% (7/38) erlitten eine kombinierte Beckenring- und Acetabulumfraktur.

Bei den Patienten mit Acetabulumfraktur erlitten 18,8% (3/16) eine Fraktur des vorderen Pfeilers, 44,8% (7/16) eine Fraktur des hinteren Pfeilers, davon 38% (6/16) bedingt durch eine dorsale Hüftkopfluxation, 12,5% (2/16) eine Querfraktur, 6,3% (1/16), 6,3% (1/16) eine Querfraktur mit Beteiligung der hinteren Wand, 6,3% (1/16) eine Fraktur des vorderen Pfeilers in Kombination mit einer Hemiquerfraktur und 12,5% (2/16) eine Zweipfeilerfraktur.

Die Gruppe Komplextraumata umfasst alle genannten Frakturtypen, wenn definitionsgemäß neben der Fraktur peripelvine Weichteil- oder Organschäden bestehen. Die 21 im Kollektiv vorliegenden Komplexverletzungen teilten sich folgendermaßen auf: 28,5% (6/21) sind Typ B-Beckenringverletzungen, 23,8% (5/21) Typ C-Beckenringverletzungen, 23,8% (5/21) Acetabulumfrakturen und 23,8% (5/21) kombinierte Beckenring-/ Acetabulumfraktur.

Bei den kombinierten Beckenring- und Acetabulumfrakturen sind sechs Typ B-Beckenringverletzungen und eine Typ C-Beckenringverletzung.

Abbildung 14 verdeutlicht die Verteilung der einzelnen Verletzungstypen im Patientenkollektiv.



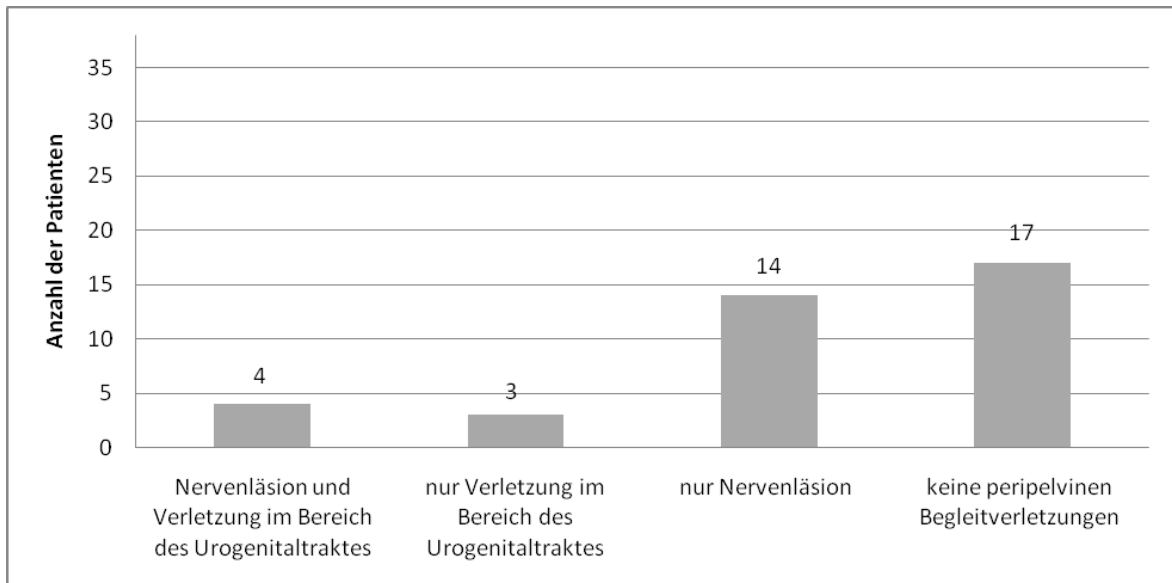
**Abbildung 14: Frakturverteilung des Patientenkollektivs mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

Gesamte Säule= Anteil des Frakturtyps am Patientenkollektiv  $n=38$ , roter Anteil der Säule= Anteil der Komplextraumata am jeweiligen Frakturtyp  $n=21/38$

### 3.2.3 Peripelvine Begleitverletzungen

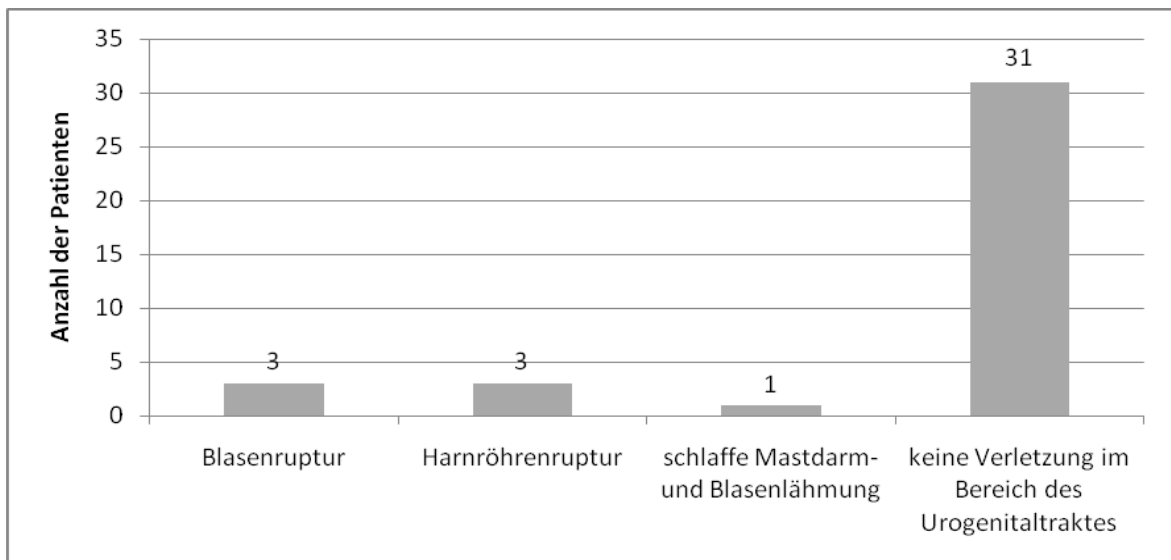
Im Folgenden werden die peripelvinen Begleitverletzungen des Patientenkollektivs dargestellt, extrapelvine Verletzungen oder Frakturen wurden hierbei nicht erfasst.

Bei 17 Patienten (44,7%) lag eine isolierte Beckenfraktur ohne peripelvine Begleitverletzungen vor. 14 Patienten (36,8%) erlitten bedingt durch die Beckenring- oder Acetabulumfraktur eine Nervenläsion, drei Patienten (7,9%) zogen sich eine Verletzung im Bereich des Urogenitaltraktes zu und bei vier der genannten Patienten (10,5%) lag eine Nervenläsion und Verletzung des Urogenitaltraktes vor.



**Abbildung 15: Peripelvine Begleitverletzungen des Patientenkollektivs mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

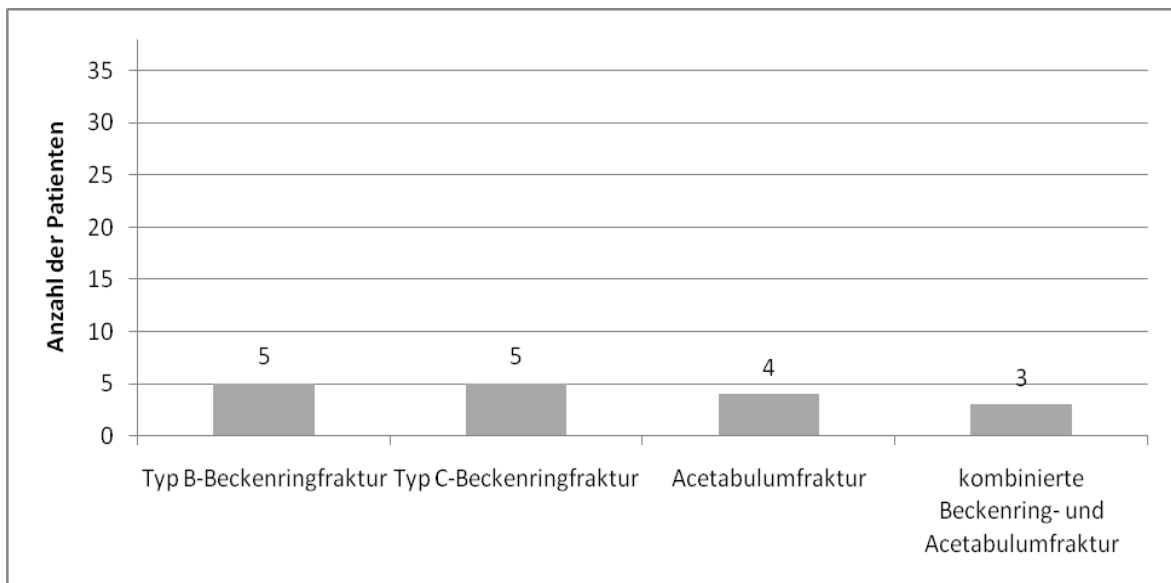
Insgesamt erlitten 18,4% (7/38) der betrachteten Patienten eine Verletzung des Urogenitaltraktes. Diese teilen sich auf drei Verletzungsmuster auf: drei männliche Patienten erlitten eine Harnröhrenruptur, drei weitere erlitten eine Blasenruptur und bei einem Patienten kam es zu einer schlaffen Mastdarm- und Blasenlähmung, die zum Untersuchungszeitpunkt weiterhin bestand. Zusätzlich litt ein Patient mit einer Harnröhrenruptur unter erektiler Dysfunktion und Miktionsstörungen.



**Abbildung 16: Peripelvine Begleitverletzungen des Urogenitaltraktes des Patientenkollektivs mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

44,7% (17/38) Patienten erlitten direkt bedingt durch ihre Beckenring- oder Acetabulumfraktur eine Nervenverletzung im beckennahen Bereich. Die Verletzungen erstrecken sich über den gesamten lumbosakralen Plexus (L1-S3), der intrapelvin verläuft. Zwei Patienten erlitten eine traumatische Läsion des N. ischiadicus (L4-S3). Insgesamt leiden zum Untersuchungszeitpunkt 23,7% (9/38) des Patientenkollektivs an kombinierten motorischen und sensiblen Störungen und 21,1% (8/38) an isolierten Sensibilitätsstörungen bezogen auf das Innervationsgebiet des jeweils geschädigten Nervs.

Abbildung 17 zeigt das Vorkommen der Nervenläsionen in Abhängigkeit von den betrachteten Frakturtypen. Die Verteilung gestaltet sich relativ gleichmäßig: jeweils fünf der 18 Patienten mit peripelviner Nervenläsion hatten eine Typ B-Beckenringfraktur oder eine Typ C-Beckenringfraktur, vier Patienten hatten eine Acetabulumfraktur, drei weitere hatten ihre Nervenverletzung begleitend zu einer kombinierten Beckenring- und Acetabulumfraktur.



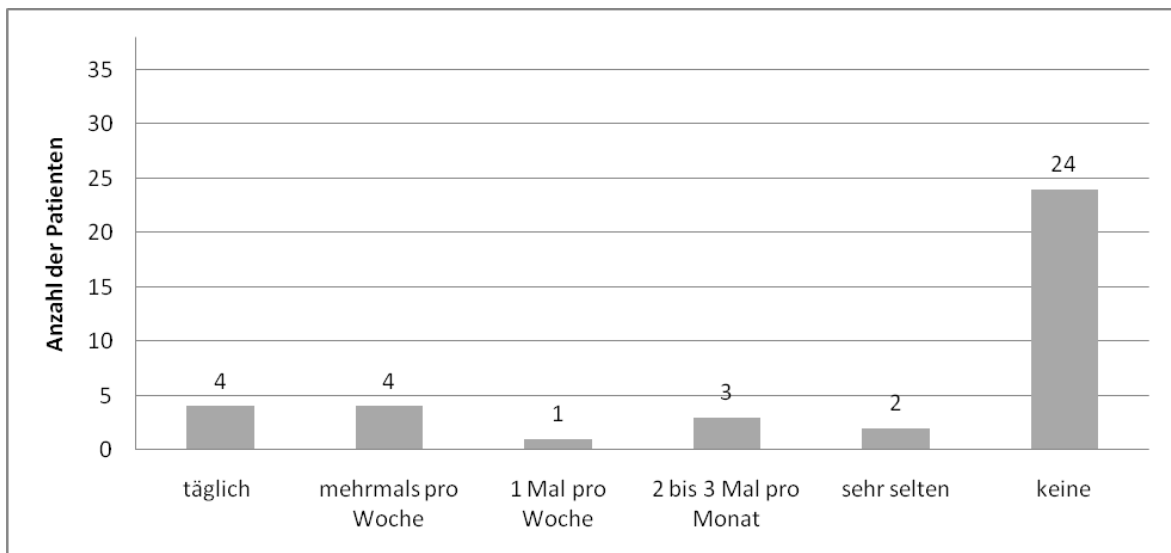
**Abbildung 17: Auftreten von Nervenverletzungen in Abhängigkeit vom Frakturtyp bei den Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

### **3.3 Ergebnisse der Nachuntersuchung**

#### **3.3.1 Einnahme von Schmerzmedikamenten**

Aufgrund von Schmerzen im Bereich des Beckens mussten 10,5% (4/38) der Patienten täglich und weitere 10,5% (4/38) mehrmals pro Woche Medikamente einnehmen. Ein Patient berichtete einmal pro Woche ein Schmerzmedikament einnehmen zu müssen. Weitere 7,9% (3/38) bzw. 5,3% (2/38) brauchten nur zwei bis drei Mal im Monat oder nur sehr selten Schmerzmedikamente. Die Mehrheit der Patienten (63,2%, 24/38) kam ohne Schmerzmedikamente aus.

Bei den verwendeten Schmerzmedikamenten handelte es sich überwiegend um Nichtopioid-Analgetika wie Metamizol sowie die nichtsteroidalen Antirheumatika Ibuprofen und Diclofenac. Zwei Patienten, die täglich Schmerzmedikamente einnahmen, verwendeten Opioide (Tilidin/Naloxon und Oxycodon).



**Abbildung 18: Einnahmerhythmus von Schmerzmedikamenten bei dem Patientenkollektiv mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

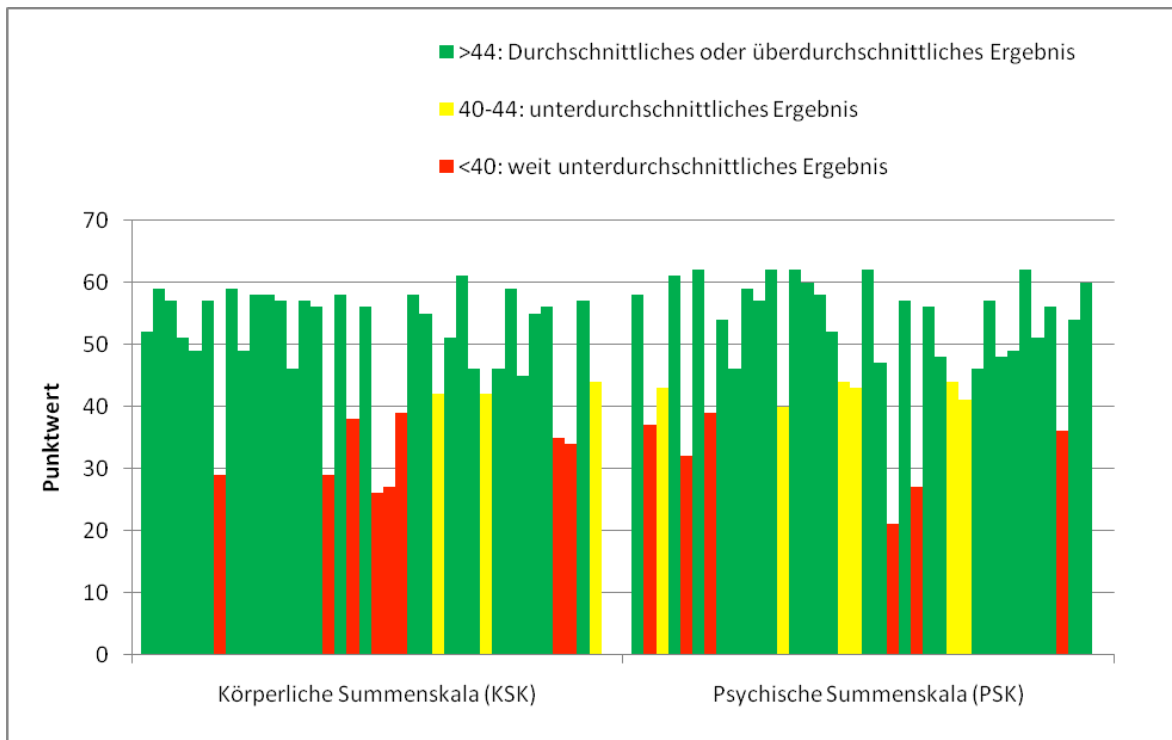
### 3.3.2 SF-12 – gesundheitsbezogene Lebensqualität

Da der SF-12 zur Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit gesunden Kohorten auf einen Durchschnitts-Summenwert von 50 in der Gesamtbevölkerung geeicht ist [100], bieten die Summenskalen zur körperlichen und psychischen einen Anhaltspunkt zur Gesamtsituation der Lebensqualität der Patienten mit Z.n. Beckenring- oder Acetabulumfraktur.

Die Auswertung des SF-12 Fragebogens zeigt für die Patienten mit Z.n. Beckenring- oder Acetabulumfrakturen ein Mittelwert für die körperliche Summenskala (KSK) von 48,8 (Range: 26-61) und für die psychische Summenskala (PSK) von 49,8 (Range: 21-62). Die Ergebnisse für die gesundheitsbezogene Lebensqualität gemessen mit dem SF-12 Fragebogen ergeben somit Durchschnittswerte, die denen der Gesamtbevölkerung entsprechen.

Abbildung 19 zeigt die Ergebnisse der einzelnen Patienten bei der körperlichen und psychischen Summenskala. Die Graphik soll verdeutlichen, dass die meistens Patienten im durchschnittlichen bzw. überdurchschnittlichen Bereich bei beiden Summenskalen liegen (Summenwert >44), es jedoch einige Ausreißer in den weit

unterdurchschnittlichen Bereich mit unter 40 Punkten gibt (8 bei der körperlichen Summenskala und 6 bei der psychischen Summenskala).



**Abbildung 19: Übersicht über die einzelnen Ergebnisse der körperlichen Summenskala und psychischen Summenskala des 12-Item Short Form Health Survey (SF-12)-Fragebogens bei den Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

Differenziert man die Ergebnisse nach den Frakturtypen, zeigt sich, dass bei der körperlichen Summenskala das beste Ergebnis bei den Patienten mit Beckenringfrakturen Typ B und das schlechteste bei den Patienten mit den Acetabulumfrakturen erzielt wurde. Bei der psychischen Summenskala sind es die Patienten mit Beckenringfrakturen Typ C mit dem besten Ergebnis und wiederum die Patienten mit Acetabulumfrakturen mit dem schlechtesten Ergebnis.

**Tabelle 2: Durchschnittlich erreichte Werte bei der körperlichen Summenskala und der psychischen Summenskala bezogen auf die Frakturtypen der Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

| Frakturtyp                                    | Körperliche Summenskala | Psychische Summenskala |
|-----------------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Beckenringfraktur Typ B                       | 54 (Range: 27-59)       | 51 (Range: 32-62)      |
| Beckenringfraktur Typ C                       | 50 (Range: 29-59)       | 52 (Range: 37-60)      |
| Acetabulumfraktur                             | 46 (Range: 29-61)       | 44 (Range: 21-62)      |
| Kombinierte Beckenring- und Acetabulumfraktur | 48 (Range: 26-58)       | 52 (Range: 41-62)      |

Eine weitere Unterteilung der Ergebnisse des SF-12 Fragebogens nach Geschlecht zeigt, dass die weiblichen Patienten sowohl in der körperlichen Summenskala als auch in der psychischen Summenskala ein schlechteres Ergebnis als die männlichen Patienten erzielten.

**Tabelle 3: Durchschnittlich erreichte Werte bei der körperlichen Summenskala und der psychischen Summenskala bezogen auf das Geschlecht der Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

| Geschlecht | Körperliche Summenskala | Psychische Summenskala |
|------------|-------------------------|------------------------|
| Weiblich   | 48 (Range: 27-59)       | 47 (Range: 36-56)      |
| Männlich   | 49 (Range: 26-61)       | 51 (Range: 21-58)      |

Ferner wurden die Ergebnisse bezogen auf das Alter differenziert. Verglichen wurden die Werte der Patienten, die zum Zeitpunkt der Untersuchung jünger als 40,5 Jahre waren, mit denen die älter als 40,5 Jahre waren. 40,5 Jahre betrug das Durchschnittsalter aller Patienten mit Z.n. operativer Beckenring- oder

Acetabulumfraktur in unserem untersuchten Kollektiv. Es zeigte sich, dass die jüngeren Patienten in der körperlichen Summenskala das bessere Ergebnis erzielten, während die älteren Patienten in der psychischen Summenskala besser abschnitten.

**Tabelle 4: Durchschnittlich erreichte Werte bei der körperlichen Summenskala und der psychischen Summenskala bezogen auf das Alter der Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

| Alter        | Körperliche Summenskala | Psychische Summenskala |
|--------------|-------------------------|------------------------|
| < 40,5 Jahre | 52 (Range: 34-61)       | 47 (Range: 21-62)      |
| > 40,5 Jahre | 48 (Range: 26-59)       | 53 (Range: 27-62)      |

Bei den Patienten mit peripelviner begleitender Nervenläsion schnitten diese bei der körperlichen Summenskala tendenziell schlechter ab als die Patienten ohne peripelvine Nervenläsion. Bei der psychischen Summenskala hingegen erzielten die Patienten ohne peripelvine Nervenverletzung ein etwas schlechteres Ergebnis.

**Tabelle 5: Durchschnittlich erreichte Werte bei der körperlichen Summenskala und der psychischen Summenskala bezogen auf begleitende peripelvine Nervenläsionen der Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

| Nervenläsion                         | Körperliche Summenskala | Psychische Summenskala |
|--------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Begleitende peripelvine Nervenläsion | 46 (Range: 26-61)       | 54 (Range: 27-62)      |
| Keine peripelvine Nervenläsion       | 56 (Range: 27-59)       | 51 (Range: 21-62)      |

### 3.3.3 Merle d'Aubigné

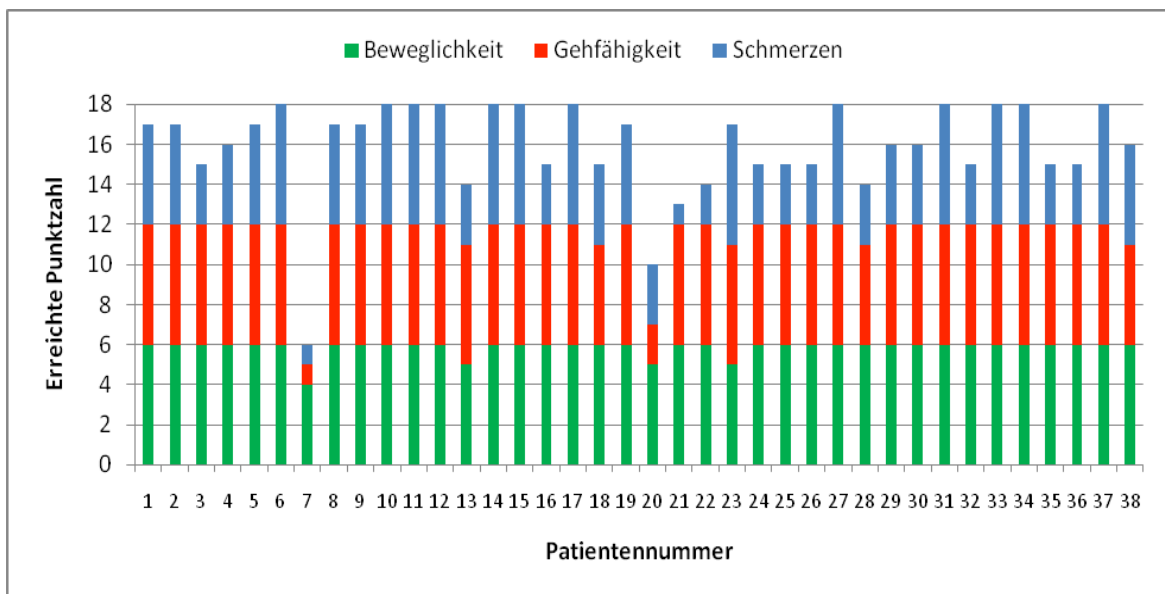
Beim Unterpunkt Schmerzen des Merle d'Aubigné Score gaben 34,2% (13/38) an, keine Schmerzen zu haben. 18,4% (7/38) hatten nur geringe oder inkonstante Schmerzen bei normaler Aktivität. Weitere 10,5% (4/38) berichteten, dass sie nur geringe Schmerzen beim Gehen verspüren, die in Ruhe verschwinden. Erträgliche Schmerzen, die die Aktivität leicht einschränken, gaben 28,9% (11/38) der untersuchten Patienten an. 2,6% (1/38) hatten starke Schmerzen beim Gehen, die die Aktivität deutlich minderten. In 5,3% (2/38) der Fälle waren die Schmerzen so stark, dass sie auch nachts auftraten. Keiner der Patienten gab intensive und dauerhafte Schmerzen an.

Im Durchschnitt wurden in dieser Kategorie „Schmerzen“ 4,4 von maximal 6 Punkten erreicht (Range 1-6).

Bei den meisten der 38 untersuchten Fälle (89,7%, 34/38) konnte eine Beugung im Hüftgelenk von mehr als 90° erzielt werden, dies entspricht dem maximalen Punktwert bei der Kategorie Beweglichkeit. Eine Flexion zwischen 80° und 90° hatten 7,9% (3/38) des Patientenkollektivs. Nur ein Patient hatte eine Flexion zwischen 60° und 80°, konnte aber immer noch seinen Fuß erreichen. Flexionsmaße unterhalb von 60° bis hin zur Ankylose wurden in keinem Fall beobachtet. Beim Unterpunkt „Beweglichkeit“ erreichte das betrachtete Patientenkollektiv im Mittel einen nahezu maximalen Punktwert von 5,9 von maximal 6 Punkten (Range: 4-6).

Im untersuchten Patientenkollektiv hatten 86,8% (33/38) der Patienten eine normale Gehfähigkeit. 7,9% (3/38) der Patienten waren in der Lage ohne Gehstock, jedoch mit leichtem Hinken, auszukommen. Jeweils ein Patient benötigte zum Gehen zwei Gehstöcke bzw. zwei Gehstützen. Auch in der Kategorie „Gehfähigkeit“ wurde ein hoher Durchschnittswert von 5,7 von maximal 6 Punkten erzielt (Range: 1-6).

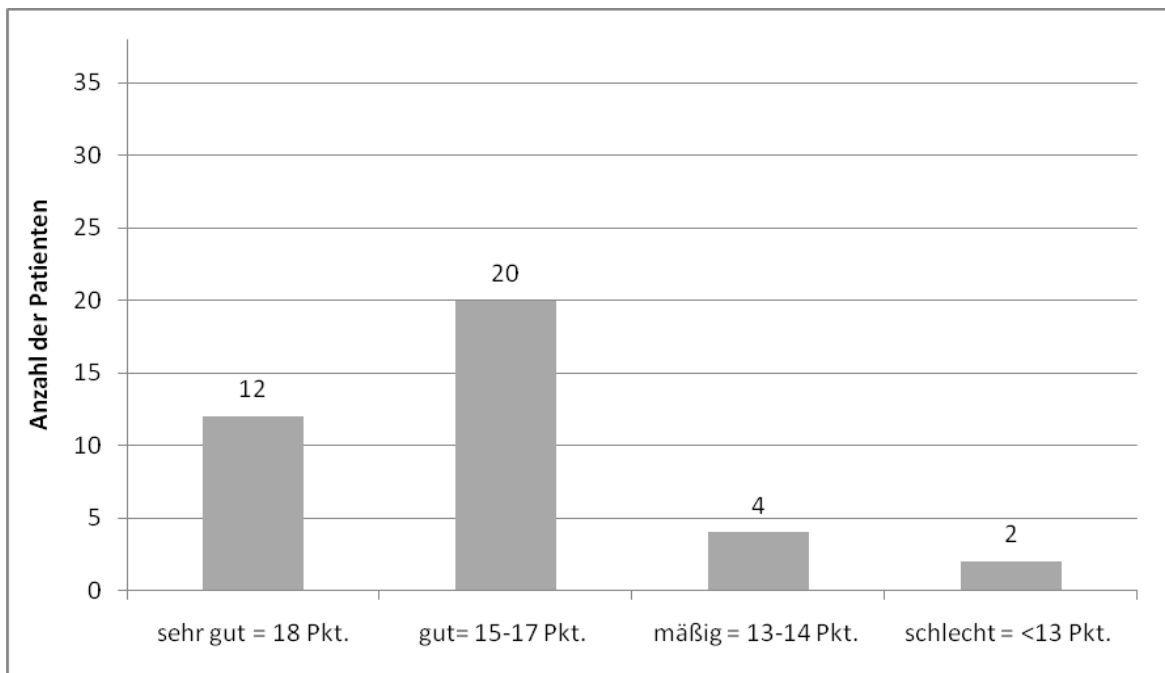
Abbildung 20 stellt die Ergebnisse des Merle d'Aubigné Scores der einzelnen Patienten dar. Diese Abbildung verdeutlicht, dass ein niedriges Gesamtergebnis vor allem auf die Kategorie Schmerzen zurückzuführen ist (blauer Anteil der Balken).



**Abbildung 20: Graphische Darstellung der Ergebnisse der einzelnen Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur des Merle d'Aubigné Scores. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

Bei dem Merle d'Aubigné Score können von jedem Patienten minimal 0 und maximal 18 Punkte erreicht werden. Bei den von uns untersuchten 38 Fällen wurden minimal 6 und maximal 18 Punkte erreicht. Die mittlere erreichte Punktzahl lag bei 16 Punkten. Der Median lag bei 16,5 Punkten.

Insgesamt erzielten 31,6% (12/38) ein sehr gutes (18 Punkte) und 52,6% (20/38) ein gutes klinisches Ergebnis (15-17 Punkte) bei der Auswertung des Merle d'Aubigné Score. In 10,5% (4/38) war das klinische Outcome mittelmäßig (13-14 Punkte) und in 5,3% (2/38) schlecht (<13 Punkte).



**Abbildung 21: Darstellung der erreichten Punktzahlen beim Merle d'Aubigné Score bei den Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

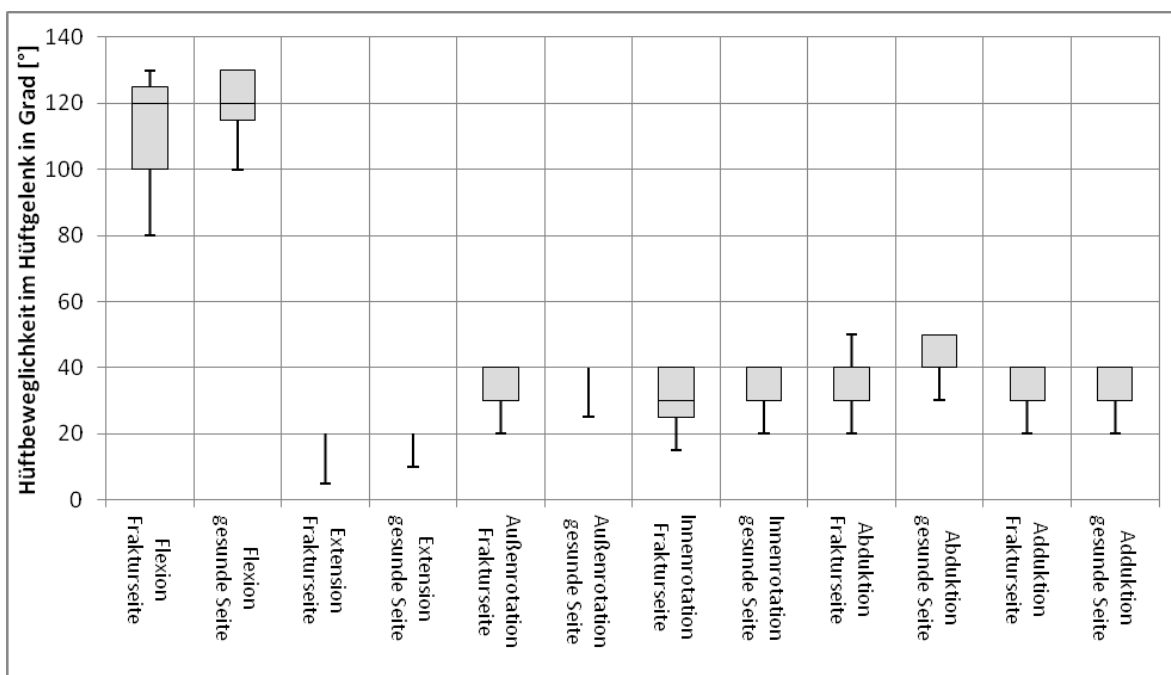
### 3.3.4 Hüftbeweglichkeit

Zur Beurteilung der Beweglichkeit der Hüftgelenke wurde das Patientenkollektiv in drei Gruppen unterteilt: Patienten mit Acetabulumfrakturen zusammen mit den Patienten mit kombinierten Beckenring- und einseitigen Acetabulumfrakturen, Patienten mit Typ C-Beckenringfrakturen und Patienten mit Typ B-Beckenringfrakturen. In den jeweiligen Gruppen wurde die Beweglichkeit der frakturierten Seite verglichen mit der Beweglichkeit der gesunden Seite. Bei den Beckenringfrakturen erfolgte die Zuteilung der Frakturseite bezogen auf die Seite der dorsalen Fraktur.

Bei der Gruppe der Acetabulumfrakturen musste ein Patient von der Betrachtung ausgeschlossen werden, da dieser eine beidseitige Fraktur aufwies. Selbiges gilt für zwei weitere Patienten mit Typ C-Beckenringfrakturen.

Bei den Patienten mit Acetabulumfrakturen oder kombinierten Beckenring- und Acetabulumfrakturen zeigte sich bei der Flexion der Median auf der Frakturseite

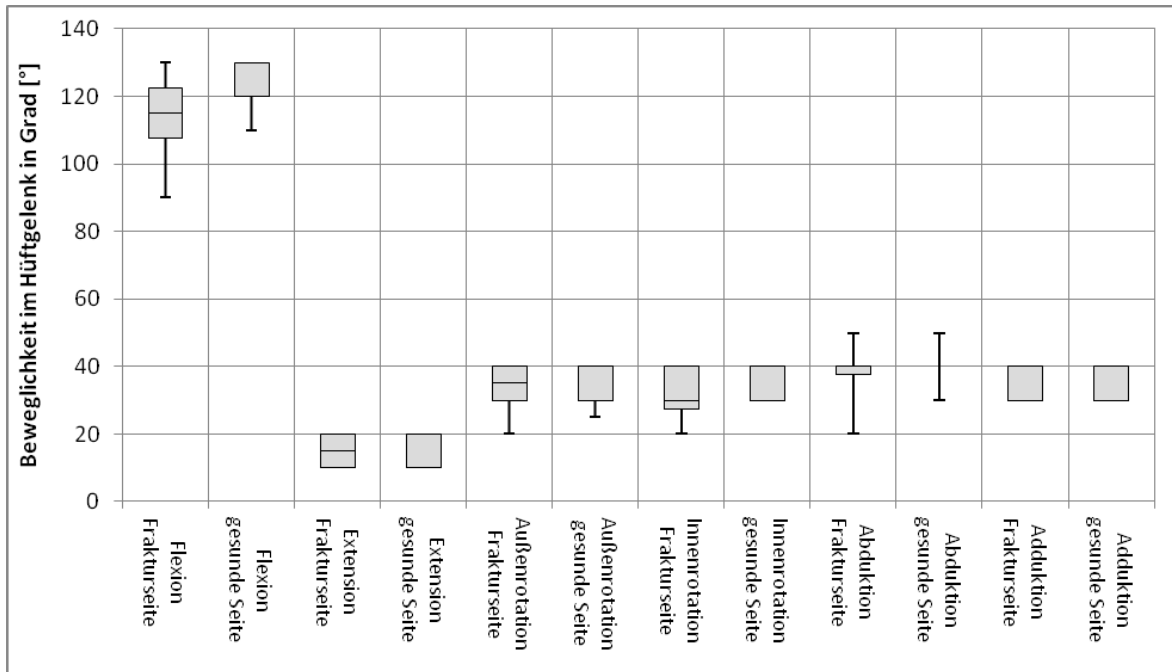
bei 120°, auf der gesunden Seite ebenfalls bei 120°. Bei der Extension war der Median auf der Frakturseite bei 20°, auf der gesunden Seite ebenfalls bei 20°. Bei der Außenrotation war der Median auf der Frakturseite bei 40°, auf der gesunden Seite ebenfalls bei 40°. Bei der Innenrotation war der Median auf der Frakturseite bei 30°, auf der gesunden Seite bei 40°. Bei der Abduktion war der Median auf der Frakturseite bei 40°, auf der gesunden Seite ebenfalls bei 40°. Bei der Adduktion war der Median auf der Frakturseite bei 30°, auf der gesunden Seite ebenfalls bei 30°.



**Abbildung 22: Vergleich der Beweglichkeit der Hüftgelenke zwischen der Frakturseite und der gesunden Seite bei Patient mit Acetabulumfrakturen (n=9) und kombinierten Beckenring- und Acetabulumfrakturen (n=6). Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben[Eigene Darstellung].**

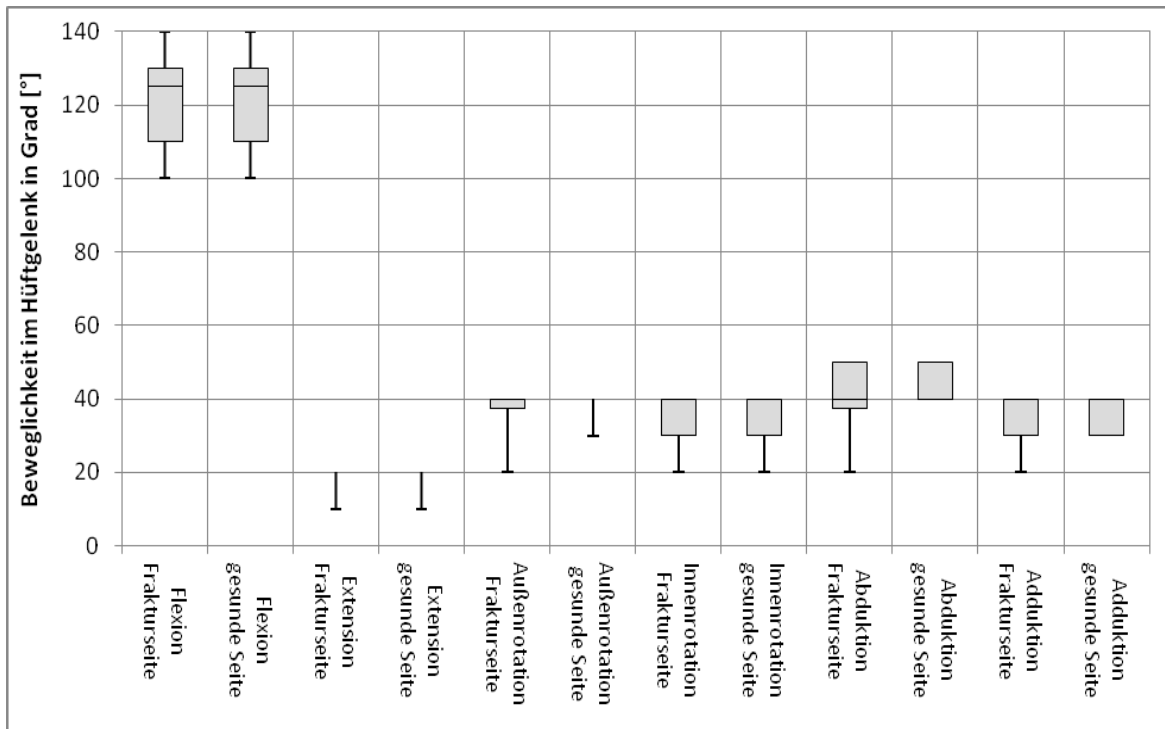
Bei der Gruppe der Patienten mit Typ C-Beckenringfrakturen zeigte sich bei der Flexion der Median auf der Frakturseite bei 115°, auf der gesunden Seite bei 120°. Bei der Extension war der Median auf der Frakturseite bei 15°, auf der gesunden Seite bei 20°. Bei der Außenrotation war der Median auf der Frakturseite bei 35°, auf der gesunden Seite bei 40°. Bei der Innenrotation war der Median auf der

Frakturseite bei 30°, auf der gesunden Seite bei 40°. Bei der Abduktion war der Median auf der Frakturseite bei 40°, auf der gesunden Seite ebenfalls bei 40°. Bei der Adduktion war der Median auf der Frakturseite bei 30°, auf der gesunden Seite ebenfalls bei 30°.

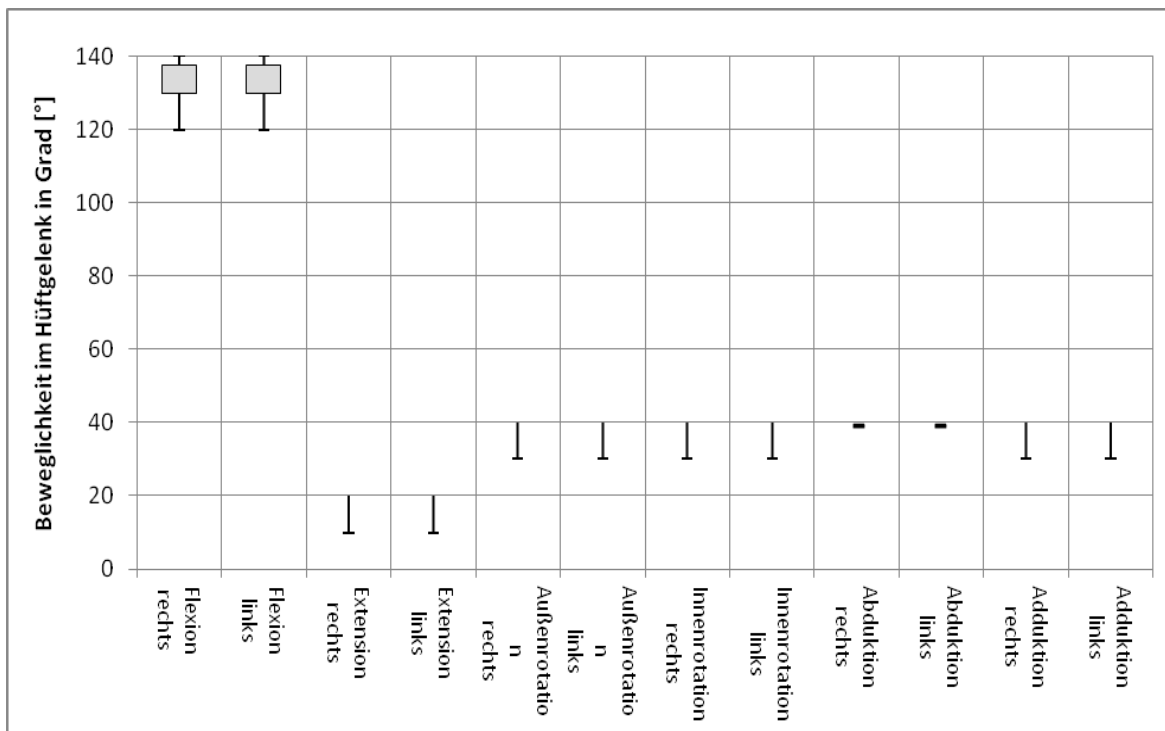


**Abbildung 23: Vergleich der Beweglichkeit der Hüftgelenke zwischen Frakturseite und gesunder Seite bei Patienten mit Typ C-Beckenringfrakturen (n=8). Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

Bei der Gruppe der Patienten mit Typ B-Beckenringfrakturen zeigte sich bei der Flexion der Median auf der Frakturseite bei 125°, auf der gesunden Seite ebenfalls bei 125°. Bei der Extension war der Median auf der Frakturseite bei 20°, auf der gesunden Seite ebenfalls bei 20°. Bei der Außenrotation war der Median auf der Frakturseite bei 40°, auf der gesunden Seite ebenfalls bei 40°. Bei der Innenrotation war der Median auf der Frakturseite ebenfalls bei 40°, auf der gesunden Seite bei 40°. Bei der Abduktion war der Median auf der Frakturseite bei 40°, auf der gesunden Seite ebenfalls bei 40°. Bei der Adduktion war der Median auf der Frakturseite bei 40°, auf der gesunden Seite ebenfalls bei 40°.



**Abbildung 24: Vergleich der Beweglichkeit der Hüftgelenke zwischen Frakturseite und gesunder Seite bei Patienten mit Typ B-Beckenringfraktur (n=12). Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**



**Abbildung 25: Vergleich der Beweglichkeit der Hüftgelenke zwischen rechter und linker Seite bei allen Kontrollprobanden (n=38). Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

Bei den Kontrollprobanden zeigte sich im Vergleich der Beweglichkeit im rechten und linken Hüftgelenk bei der Flexion der Median auf der rechten Seite bei 130°, auf der linken Seite ebenfalls bei 130°. Bei der Extension war der Median auf der rechten Seite bei 20°, auf der linken Seite ebenfalls bei 20°. Bei der Außenrotation war der Median auf der rechten Seite bei 40°, auf der linken Seite ebenfalls bei 40°. Bei der Innenrotation war der Median auf der rechten Seite bei 40°, auf der linken Seite ebenfalls bei 40°. Bei der Abduktion war der Median auf der rechten Seite bei 40°, auf der linken Seite ebenfalls bei 40°. Bei der Adduktion war der Median auf der rechten Seite bei 40°, auf der linken Seite ebenfalls bei 40°.

### **3.4 Ergebnisse zur Messung der posturalen Kontrolle**

Die folgenden Ergebnisse der Messungen der posturalen Kontrolle mittels computerunterstützter dynamischer Posturographie werden mit Hilfe von Boxplots dargestellt.

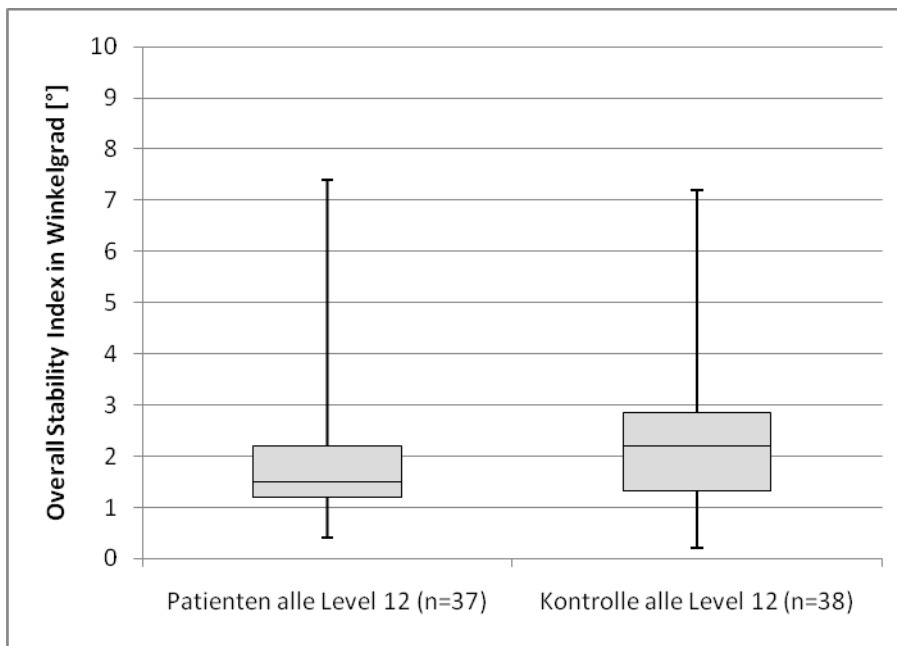
Unsere ermittelten Daten sind nicht normalverteilt. Die statistischen Gruppenvergleiche für den Overall Stability Index bei allen Beckenpatienten im Vergleich zu allen Kontrollprobanden werden entsprechend der Art der Verteilung der Daten mit dem Wilcoxon-Test durchgeführt. Dabei wird das Signifikanzniveau auf  $p < 0,05$  festgelegt.

Es werden die Ergebnisse zwischen Beckengruppe und Kontrollgruppe in der Gesamtheit verglichen, sowie in Untergruppen unterteilt. Weiterhin findet eine Unterteilung innerhalb der Beckengruppe statt. Diese Unterteilung soll mögliche Abhängigkeitsverhältnisse zu Variablen wie Alter, Geschlecht oder Frakturtyp darstellen und herausfiltern.

In der Beckengruppe finden sich hier bei der Darstellung Ergebnisse der posturalen Kontrolle von nur 37 Patienten, da ein männlicher Teilnehmer mit einseitiger Acetabulumfraktur aufgrund einer Femurkopfresektion nicht in der Lage war auf der betroffenen Seite bzw. beidbeinig aufrecht zu stehen und folglich in dieser Auswertung ausgeschlossen werden musste.

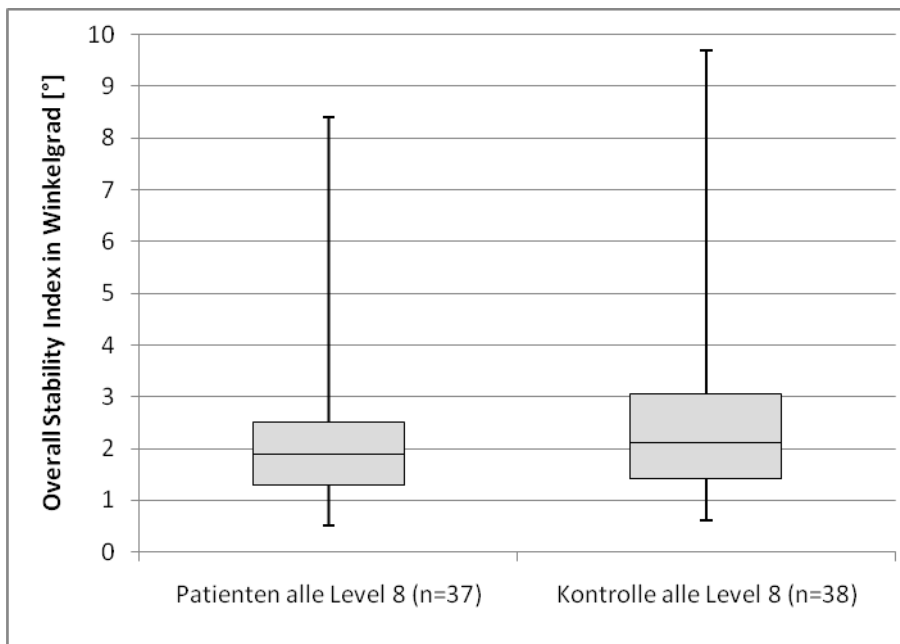
#### **3.4.1 Vergleich zwischen Becken- und Kontrollgruppe**

Bei den Messungen zeigte sich, dass beim Vergleich der Patienten mit Z.n. Beckenring- oder Acetabulumfraktur und der gesunden Kontrollgruppe ähnliche Resultate für die posturale Kontrolle zu finden sind. So lag der Median für den Overall Stability Index bei Level 12 im beidbeinigen Stand bei für die Beckengruppe bei  $1,5^\circ$  und für die Kontrollgruppe bei  $2,2^\circ$  ( $p=0,143$ ).



**Abbildung 26: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 12 im beidbeinigen Stand für die Beckengruppe (n=37) und die Kontrollgruppe (n=38). Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

Für Level 8 lag der Median für den Overall Stability Index beidbeinig für die Beckengruppe bei 1,9° und für die Kontrollgruppe bei 2,1° (p=0,338).

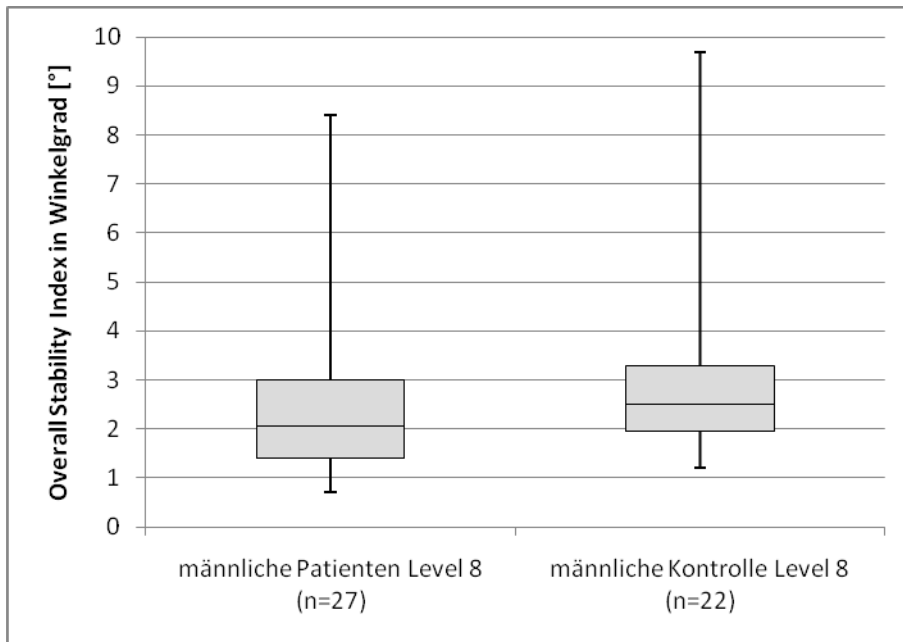


**Abbildung 27: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand für die Beckengruppe (n=37) und die Kontrollgruppe (n=38). Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

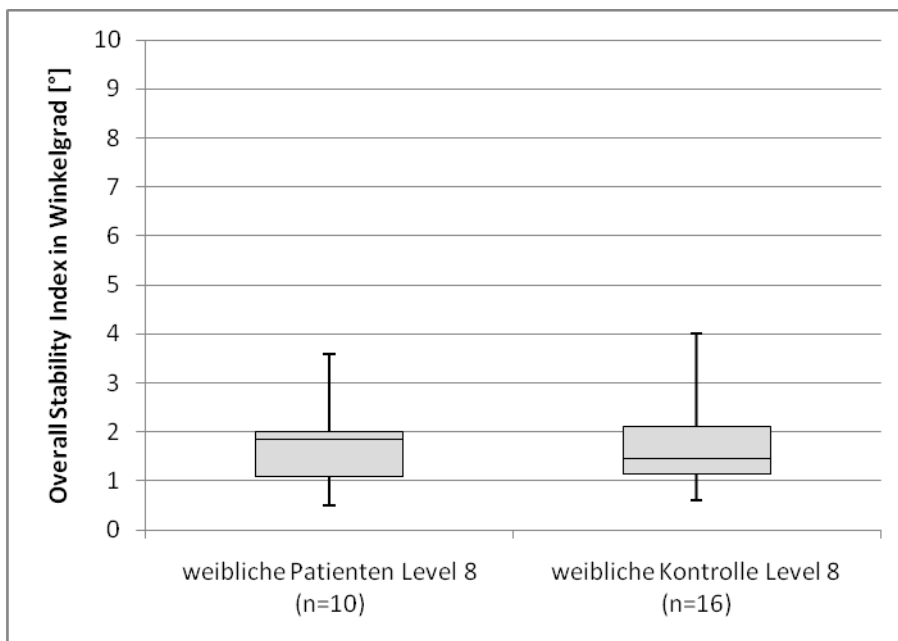
Die weitere Auswertung erfolgte nur noch für Level 8, da dieses mittlere Level in den meisten Studien verwendet wird und somit eine bessere Vergleichbarkeit möglich ist.

Weiterhin wurden männliche Patienten (Median bei 2,0°) mit männlichen Kontrollprobanden (Median bei 2,5°), weibliche Patienten (Median bei 1,9°) mit weiblichen Kontrollprobanden (Median bei 1,5°), Patienten unter 40,5 Jahren (Median bei 1,5°) mit Kontrollprobanden unter 40,5 Jahren (Median bei 1,8°) sowie Patienten über 40,5 Jahren (Median bei 2,1°) mit Kontrollprobanden über 40,5 Jahren (Median bei 2,6°) verglichen. Die Vergleiche beziehen sich jeweils auf den Overall Stability Index für Level 8 im beidbeinigen Stand. Das Alter von 40,5 Jahren wurde als Grenze gewählt, da es sich um das Durchschnittsalter der Patienten mit Z.n. Beckenring- oder Acetabulumfraktur zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung handelt.

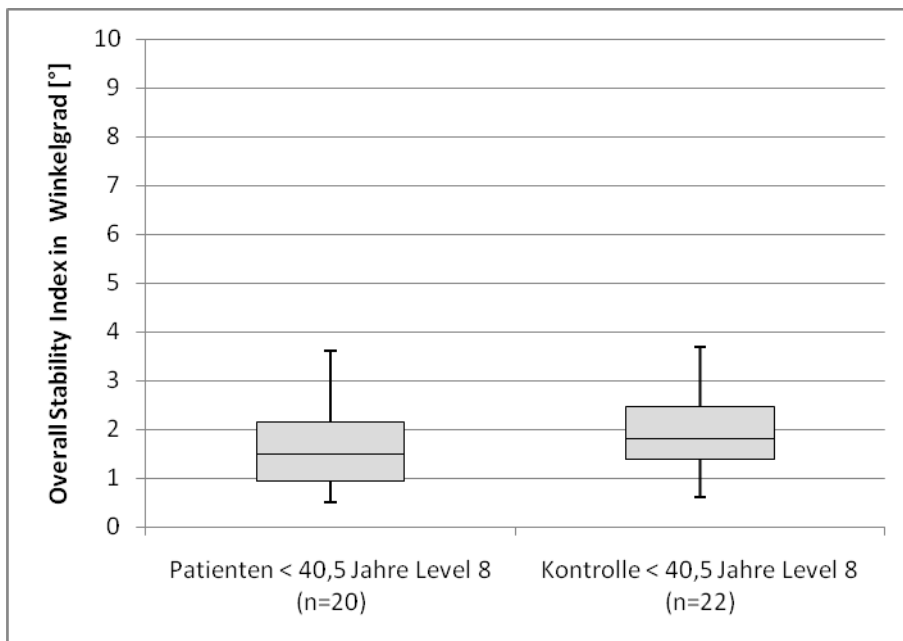
In keiner der genannten Vergleichsgruppen konnte relevante Unterschiede in Bezug auf die posturale Stabilität gemessen werden.



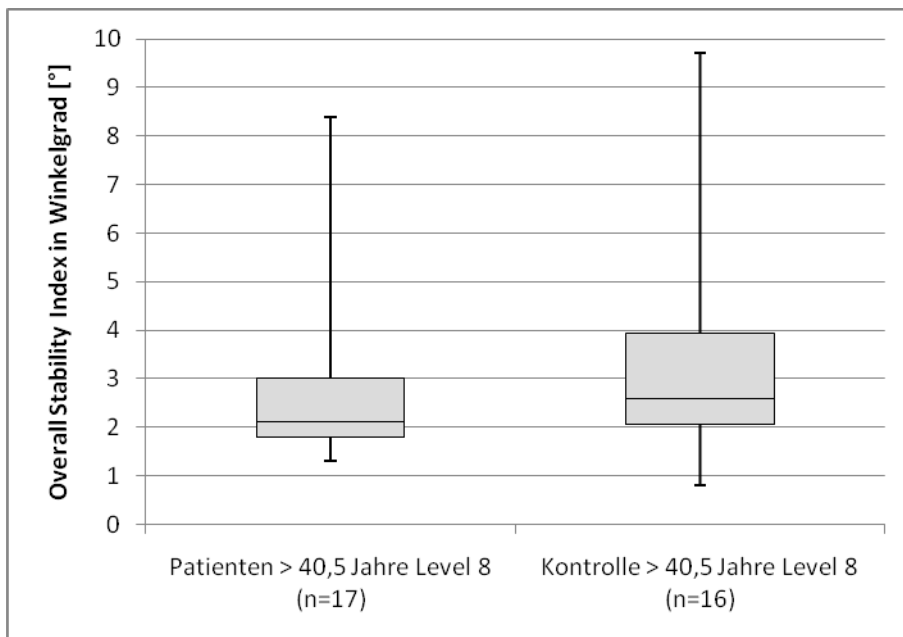
**Abbildung 28: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand für männliche Patienten der Beckengruppe (n=27) und männliche Probanden der Kontrollgruppe (n=22). Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**



**Abbildung 29: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand für weibliche Patienten der Beckengruppe (n=10) und weibliche Probanden der Kontrollgruppe (n=16). Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**



**Abbildung 30: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand für Patienten der Beckengruppe (n=20) und Kontrollprobanden (n=22), die zum Zeitpunkt der Untersuchung jünger als 40,5 Jahre sind. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

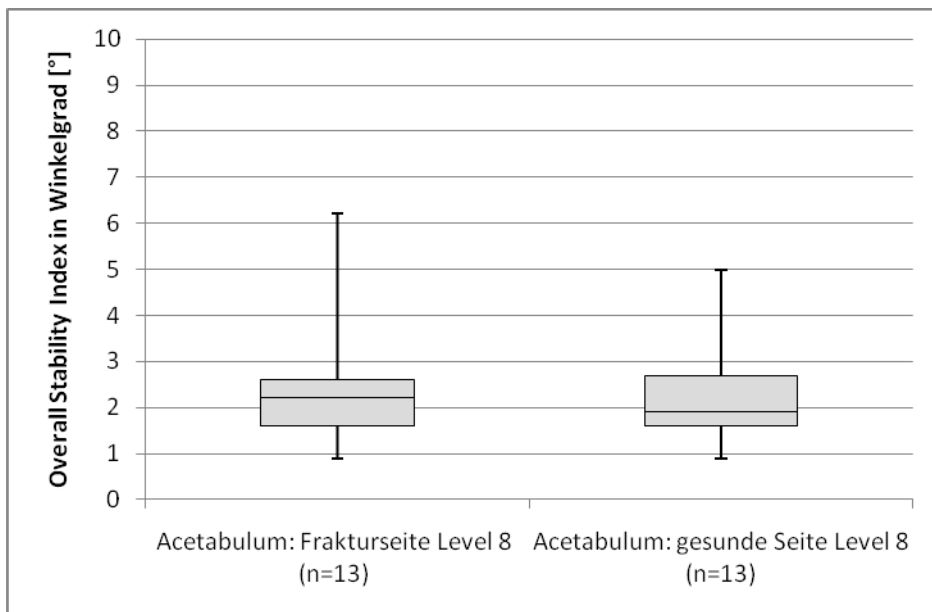


**Abbildung 31: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand für Patienten der Beckengruppe (n=17) und Kontrollprobanden (n=16), die zum Zeitpunkt der Untersuchung älter als 40,5 Jahre sind. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

### 3.4.2 Vergleiche innerhalb der Beckengruppe

Beim Vergleich zwischen Frakturseite und gesunder Seite wurden Patienten mit einseitiger Acetabulumfraktur und alle Patienten mit kombinierter Beckenring- und einseitiger Acetabulumfraktur eingeschlossen. Insgesamt waren es 16 Patienten, die eine Acetabulumfraktur oder eine kombinierte Beckenring- und Acetabulumfraktur erlitten. Ein Patient wurde auf Grund einer beidseitigen Fraktur und weitere zwei Patienten auf Grund der Unfähigkeit auf der betroffenen Seite einbeinig zu stehen von dieser Betrachtungsweise ausgeschlossen.

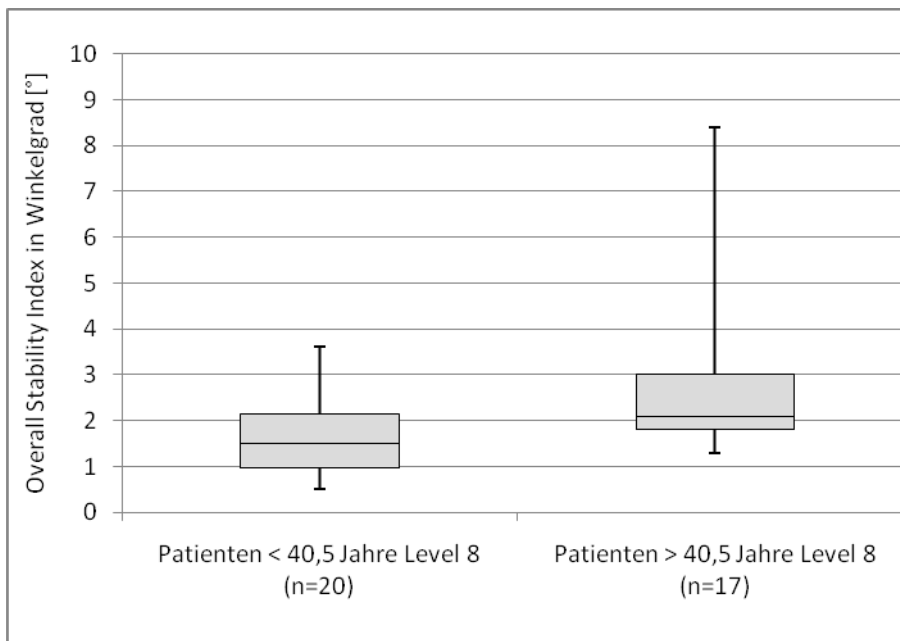
Für diesen Vergleich kamen demzufolge 13 Patienten in Frage, deren gesunde Seite mit der Frakturseite jeweils im Einbeinstand beim Overall Stability Index in Level 8 verglichen wurden. Der Median für die gesunde Seite lag bei 1,9° und für die Frakturseite bei 2,2°. Also finden sich auch hier ähnliche Ergebnisse wie zwischen der gesamten betrachteten Becken- und Kontrollgruppe.



**Abbildung 32: Vergleich der Frakturseite mit der gesunden Seite beim Overall Stability Index bei Level 8 bei Patienten mit Acetabulumfrakturen oder mit kombinierten Beckenring- und Acetabulumfrakturen (n=13) jeweils im einbeinigen Stand. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

Die Gruppe der Patienten mit Z. n. Beckenring- oder Acetabulumfraktur wurde unterteilt in die Patienten, die zum Zeitpunkt der Untersuchung jünger als 40,5 Jahre waren und diejenigen, die älter als 40,5 Jahre waren. Der Median für die Gruppe unter 40,5 Jahren lag für den Overall Stability Index in Level 8 im beidbeinigen Stand bei 1,5° und für die Patienten über 40,5 Jahre bei 2,1°.

Tendenziell steht somit die jüngere Gruppe etwas stabiler. Die sich überlappenden Konfidenzintervalle (siehe Tabelle 6) zeigen jedoch, dass es sich um keinen relevanten Unterschied handelt.

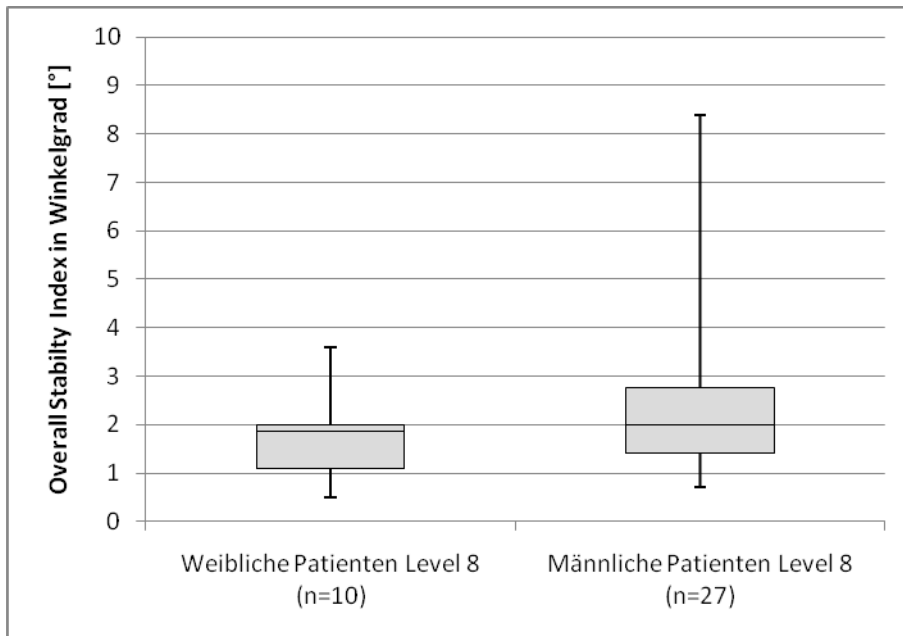


**Abbildung 33: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand für Patienten der Beckengruppe, die zum Zeitpunkt der Untersuchung jünger als 40,5 Jahre sind (n=20) und Patienten der Beckengruppe, die zum Zeitpunkt der Untersuchung älter als 40,5 Jahre sind (n=17). Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

**Tabelle 6: Median, Minimum, Maximum und Konfidenzintervall für die Beckenpatienten unter 40,5 Jahren und über 40,5 Jahren. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

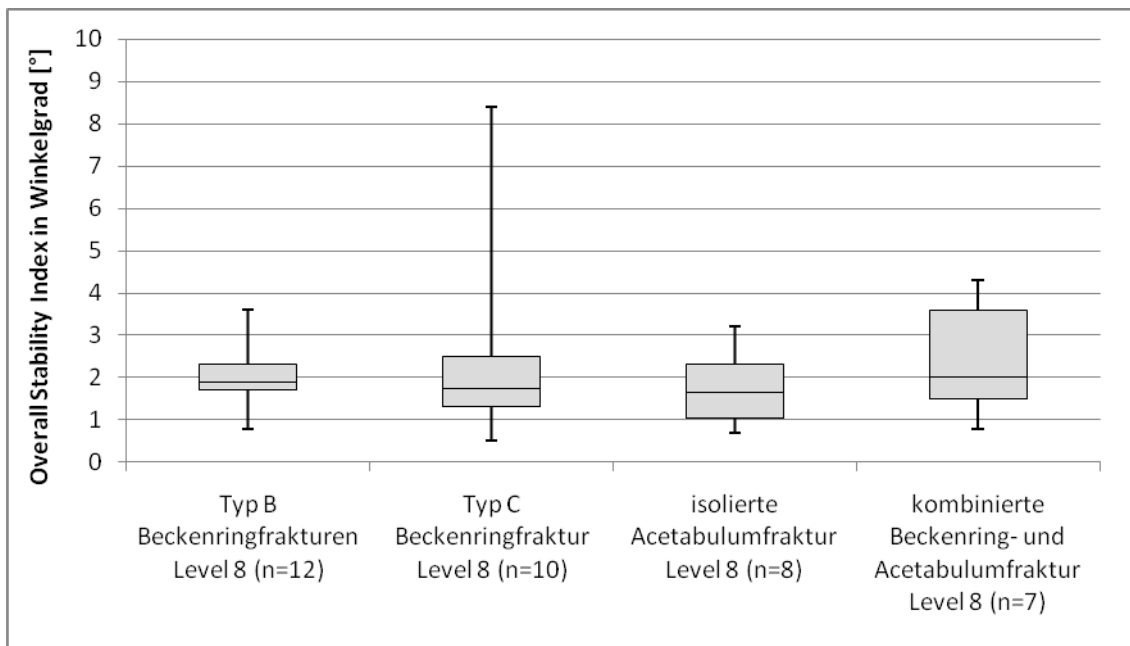
|                | Anzahl | Median | Minimum | Maximum | 95%-KI<br>untere<br>Grenze | 95%-KI<br>obere<br>Grenze |
|----------------|--------|--------|---------|---------|----------------------------|---------------------------|
| <40,5<br>Jahre | 20     | 1,5°   | 0,5°    | 3,6°    | 1,0°                       | 2,1°                      |
| >40,5<br>Jahre | 17     | 2,1°   | 1,3°    | 8,4°    | 1,8°                       | 3,3°                      |

Beim Vergleich der männlichen und weiblichen Patienten innerhalb der Beckengruppe wurden ebenfalls keine relevanten Unterschiede beobachtet. Der Median für den Overall Stability Index bei Level 8 für die weiblichen Patienten lag bei 1,9° und für die männlichen Patienten bei 2,0°.



**Abbildung 34: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand bei weiblichen (n=10) und männlichen Patienten (n=27) bei den Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

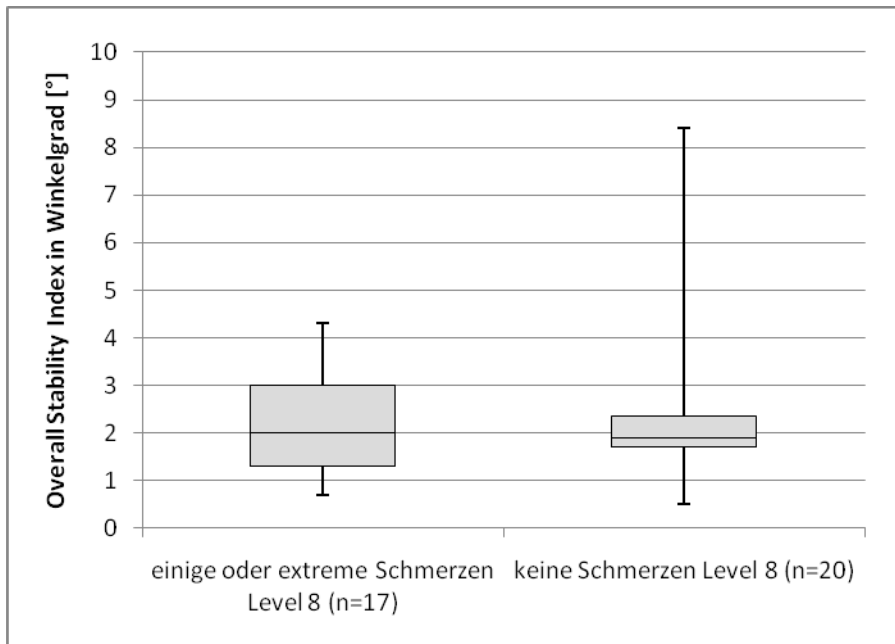
Die Frakturtypen wurden unterteilt nach Typ B Beckenringfrakturen, Typ C Beckenringfrakturen, isolierten Acetabulumfrakturen und kombinierten Beckenring- und Acetabulumfrakturen. Auch beim Vergleich der vier verschiedenen Frakturtypen zeigten sich ähnliche Ergebnisse: bei den Typ B Beckenringfrakturen lag der Median bei 1,9°, bei den Typ C Beckenringfrakturen bei 1,8°, bei den isolierten Acetabulumfrakturen bei 1,7° und für die kombinierten Beckenring- und Acetabulumfrakturen bei 2,0°.



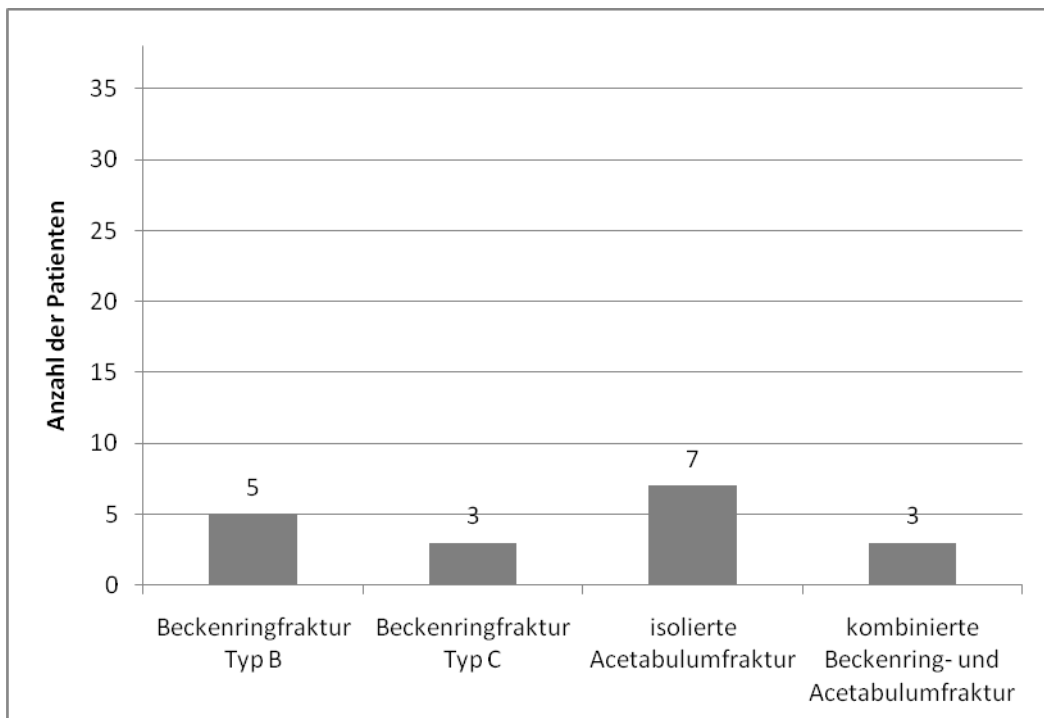
**Abbildung 35: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand bei Typ B Beckenringfrakturen (n=12), Typ C Beckenringfrakturen (n=10), isolierten Acetabulumfrakturen (n=8) und kombinierten Beckenring- und Acetabulumfrakturen (n=7) des Patientenkollektivs. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

Die Patientengruppe mit Z.n. nach operativ versorgter Beckenringfraktur Typ B, Typ C oder Acetabulumfraktur wurde je nach Angabe bei der EuroQol-Frage nach Schmerzen unterteilt in keine bzw. geringe Schmerzen (n=20) und noch erträgliche bzw. extreme Schmerzen (n=17). Es zeigten sich auch hier keine Unterschiede: der Median für den Overall Stability Index für Level 8 im beidbeinigen Stand lag bei den Patienten mit keinen Schmerzen bei 1,8° und für die Patienten mit noch erträglichen oder extremen Schmerzen bei 2,0°.

Insgesamt waren es 18 Patienten, die einige oder starke Schmerzen angaben, jedoch sind in Abbildung 35 nur 17 Patienten aufgeführt, da ein Patient mit chronischen Schmerzen und Z.n. Femurkopfresektion auf der betroffenen Seite nicht in der Lage war beidbeinig und aufrecht zu stehen.

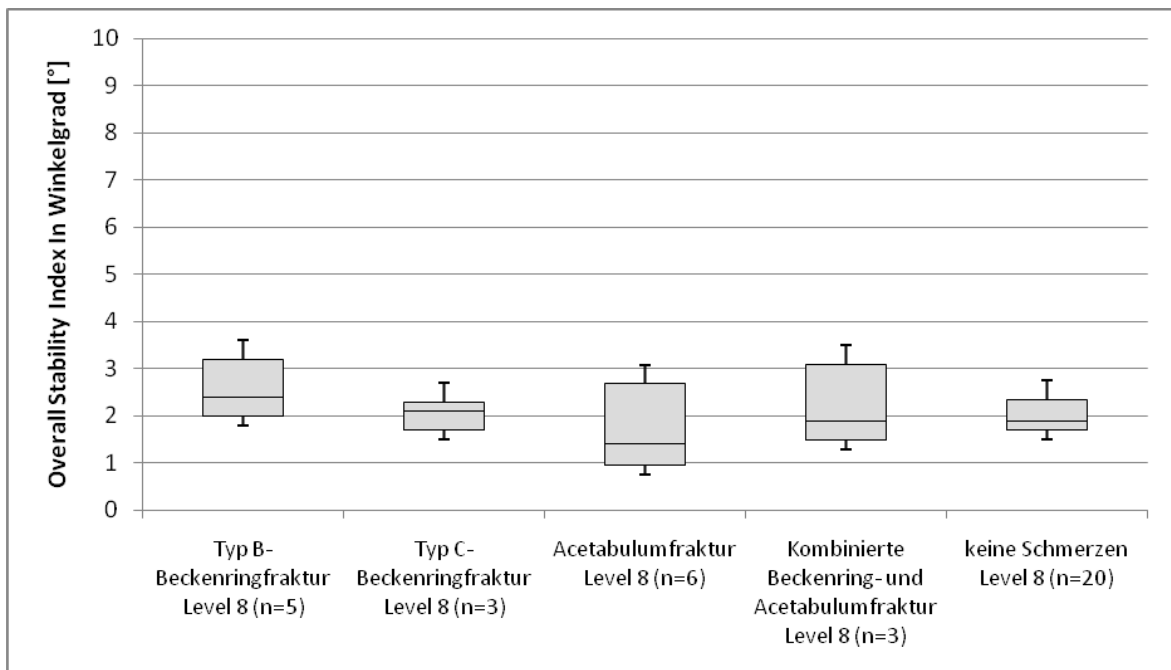


**Abbildung 36: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand für Patienten mit keinen Schmerzen (n=20) und einigen oder extremen Schmerzen (n=17) der Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**



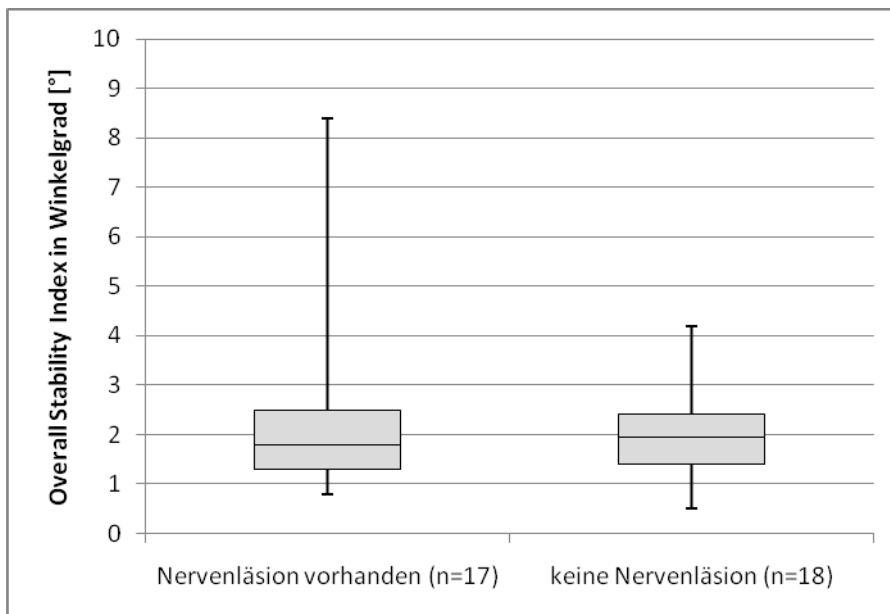
**Abbildung 37: Chronische Schmerzen in Abhängigkeit vom Frakturtyp bei den Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

Die Patienten mit noch erträglichen oder extremen Schmerzen wurden weiterhin unterteilt nach ihren Frakturen: fünf der 18 Patienten (27,8%) mit chronischen Schmerzen hatten eine Beckenringfraktur Typ B und erzielten einen Median für den Overall Stability Index für Level 8 im beidbeinigen Stand von 2,4°, drei Patienten (16,7%) hatten eine Beckenringfraktur Typ C und erzielten einen Median von 2,1°, sechs Patienten (38,9%) mit isolierter Acetabulumfraktur hatten einen Median von 1,4° sowie weitere drei Patienten (16,7%) hatten eine kombinierte Beckenring- und Acetabulumfraktur und einem Median von 1,9°.



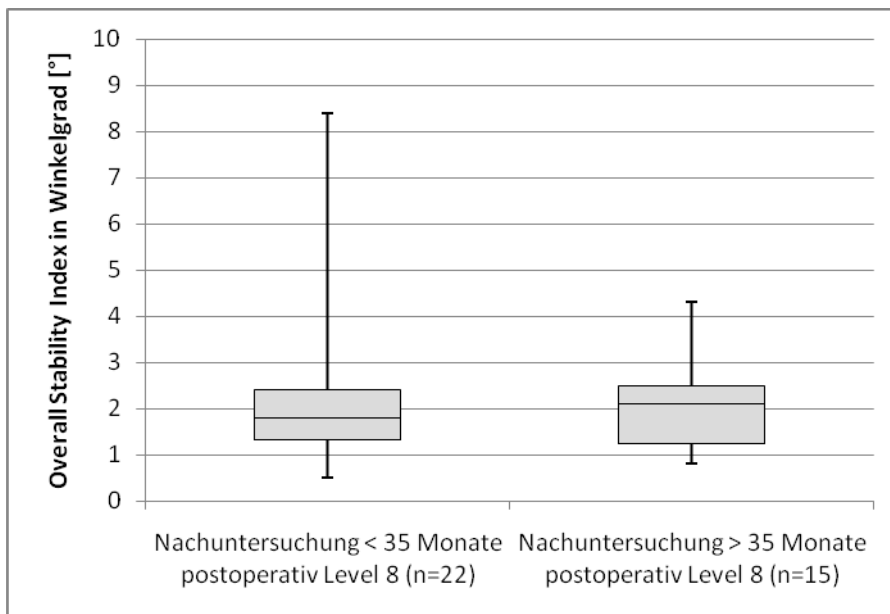
**Abbildung 38: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand für Patienten mit keinen Schmerzen (n=20) und einigen oder extremen Schmerzen in Abhängigkeit vom Frakturtyp (Typ B Beckenringfraktur n=5, Typ C Beckenringfraktur n=3, Acetabulum n=6, Kombinierte Beckenring- und Acetabulumfraktur n=7) bei den Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

Die Beckengruppe wurde weiterhin unterteilt, nach den Patienten mit begleitender Nervenverletzung und denen ohne begleitende Nervenverletzung: Die Patienten mit begleitender Nervenverletzungen erzielten einen Median von 1,8° und die Patienten ohne begleitende Nervenverletzung erzielten einen Median von 2,0°. Drei Patienten sind in diesem Vergleich nicht berücksichtigt, da diese eine Verletzung des N. peroneus bedingt durch eine Tibiafraktur hatten.



**Abbildung 39: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand bei Patienten mit begleitender Nervenverletzungen (n=17) und ohne begleitende Nervenverletzung (n=18) bei den Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

Die Nachuntersuchung der Beckenpatienten fand durchschnittlich 35 Monate (Range: 12-48 Monate) nach operativer Versorgung statt. Hinsichtlich der Frage, ob der postoperative Untersuchungszeitpunkt eine Rolle bei der posturalen Kontrolle spielt, wurde die Beckengruppe weiter unterteilt nach den Patienten, die innerhalb von 35 Monaten und denen die später als 35 Monate nach operativer Versorgung untersucht wurden. Bei den Patienten, die innerhalb von 35 Monaten untersucht wurden, zeigte sich der Overall stability index bei einem Median von 1,8°, bei denen, die später als 35 Monate untersucht wurden, eine Median bei 2,1°.



**Abbildung 40: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand bei Patienten, die innerhalb von 35 Monaten nach operativer Versorgung untersucht wurden (n=22) und denen, die später als 35 Monate nach operativer Versorgung untersucht wurden (n=15) bei den Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].**

## **4. Diskussion**

### ***4.1 Formulierung des Studienziels***

Ziel dieser kontrollierten, klinischen Studie war es, den Einfluss der Becken- und Acetabulumfrakturen auf die posturale Stabilität zu untersuchen. Unklar war, ob Frakturen im Bereich des Beckens Einfluss auf die Weiterleitung propriozeptiver Reize haben und sich damit negativ auf die Balance und das Gleichgewichtsvermögen auswirken können. Dies erfolgte durch einen Vergleich von 37 Patienten mit Z.n. operativ versorgter Beckenring- oder Acetabulumfrakturen mit 38 Kontrollprobanden, die entsprechend dem Altersdurchschnitt der Beckengruppe ausgewählt wurden.

Das gesamte Patienten- und Probandenkollektiv wurde miteinander verglichen und dann nochmals nach Alter und Geschlecht unterteilt. Die Patientengruppe wurde noch weiter nach Frakturtyp, Frakturseite, begleitende Nervenläsionen und bestehende Schmerzen unterteilt.

Es konnte in den hier untersuchten Fällen gezeigt werden, dass mindestens ein Jahr (durchschnittlich 35 Monate postoperativ, Range: 12-48 Monate) nach operativer Versorgung einer Beckenring- und Acetabulumfrakturen kein relevanter Einfluss auf die posturale Kontrolle, gemessen mit dem Biodex Balance System®, besteht. Bei den Nebenzielgrößen zeigte sich weiterhin, dass unser Patientenkollektiv sowohl bezüglich des klinischen Outcomes gemessen mit dem Merle d'Aubigné Score ein gutes Ergebnis als auch in der subjektiv gesundheitsbezogenen Lebensqualität ein durchschnittliches Ergebnis im Vergleich zur Gesamtbevölkerung[100] erzielte.

### ***4.2. Methodik***

Grundlage dieser Arbeit war die Messung der posturalen Kontrolle mittels computerunterstützter dynamischer Posturographie bei Patienten mit Z.n. operativ versorgter Beckenring- und Acetabulumfraktur mindestens ein Jahr (Range: 12-48 Monate) nach Operation. Es konnte bereits gezeigt werden, dass sich Faktoren wie Alter oder BMI negativ auf die posturale Stabilität auswirken[88]. Auch bestimmte Verletzungsmuster, wie die vordere Kreuzbandruptur oder Meniskusverletzungen, sind durch unsere Forschungsgruppe bereits untersucht

worden. Hierbei zeigte sich, dass Rupturen des vorderen Kreuzbandes, im Gegensatz zu Meniskusverletzungen, einen signifikanten Einfluss auf die posturale Kontrolle haben[66,67].

Gemäß den genannten Ein- und Ausschlusskriterien wurden 38 gesunde Kontrollprobanden ausgesucht, die in ihrer Gesamtheit dem Altersdurchschnitt der Beckengruppe entsprachen. Dabei haben wir uns vor allem an der Arbeit von Strobel et al. zur „Reliabilitätsprüfung des Biodex Balance System®“ orientiert. In dieser Studie wurde herausgefunden, dass das Alter einen signifikanten Einfluss auf den Stabilitätsindex hat. Aufgrund dieser Ergebnisse wurde das Alter der Kontrollgruppe dem Durchschnittsalter der Beckengruppe angeglichen. So konnte das Alter als Störgröße bei der Messung der posturalen Kontrolle beseitigt werden. Des Weiteren konnte in dieser Studie gezeigt werden, dass der BMI einer der stärksten Einflussfaktoren auf die posturale Kontrolle ist. Probanden mit den höchsten BMI-Werten zeigten hier die schlechtesten Ergebnisse. Zur Schaffung eines homogenen Probandenkollektivs wurde in den Ausschlusskriterien ein BMI > 30 kg/m<sup>2</sup> festgelegt.

Weiterhin wurden die Messungen barfuß durchgeführt. Bisher konnte zwar kein signifikanter Zusammenhang zwischen stabiler Standfähigkeit und dem Schuhwerk nachgewiesen werden, wegen nicht bekannter Störfaktoren wurden die Patienten und Kontrollprobanden vorsorglich barfuß zu messen, um standardisierte Bedingungen herzustellen.

Die Messungen auf dem Biodex Balance System wurden in Level 12 und Level 8 durchgeführt. Bei der Darstellung der Ergebnisse wählten wir zur besseren Vergleichbarkeit unserer Experimente das mittlere Level 8, da dieses in vielen Studien verwendet wird[66-68]. Level 8 wurde weiterhin gewählt, da vorherige Studien zeigten, dass dieses Level von den meisten Personen bewältigt werden kann und genaue Ergebnisse liefert[15,64].

Zusätzlich wurde Level 12 verwendet, da vorab nicht klar war, ob auch unser Patientenkollektiv Level 8 gut bewältigten wird und inwieweit sich das untersuchte, schwerwiegende Verletzungsmuster auf die posturale Kontrolle auswirkt. Da sich im Laufe der Versuchsreihe zeigte, dass unser Patientenkollektiv sowohl Level 12 als auch Level 8 gut bewältigten konnte, wurde die weitere Darstellung der Ergebnisse zur besseren Vergleichbarkeit wie bereits beschrieben in Level 8

vorgenommen.

Das mittlere Stabilitätslevel 8 und das hohe Stabilitätslevel 12 wurden gewählt unter der Annahme es gäbe einen Unterschied zwischen den Patienten mit Z.n. operativer versorgter Beckenring- oder Acetabulumfraktur sowie den Kontrollprobanden, was letztlich nicht bestätigt werden konnte. Es bleibt offen, ob Unterschiede zwischen den beiden Gruppen in niedrigen Stabilitätslevel (z. B. Level 4) aufgetreten wären. Dies wurde in unserer Studie nicht untersucht.

Aus dem gesamten erfassten Patientenkollektiv waren 86 Patienten für eine Nachuntersuchung vorgesehen. Die 38 nachuntersuchten und in die Auswertung aufgenommenen Patienten entsprechen einer Rücklaufquote von 44%. Nach Abzug der Verstorbenen ergibt sich eine Rücklaufquote von 46%.

Bei einer Nachuntersuchung von Mayr et al. lag die Rücklaufquote bei 66%. Sie ergab sich ebenfalls nach Abzug der Verstorbenen. Zusätzlich wurden allerdings Patienten, die sich noch in Rehabilitation bzw. zum geplanten Untersuchungszeitpunkt im Ausland befanden, nicht eingeschlossen[57]. Bei Eid et al. betrug die Nachuntersuchungsquote 74%. Jedoch waren einige Patienten dabei lediglich mittels Krankenakte oder telefonischer Befragung beurteilt worden[18].

Auch wenn eine höhere Fallzahl wünschenswert gewesen wäre, insbesondere vor dem Hintergrund, dass konservativ behandelte Patienten mit Beckenring- und Acetabulumfrakturen nicht berücksichtigt wurden, erscheint das vorliegende Kollektiv vergleichbar mit dem anderer Untersuchungen.

Bei den 38 Patienten, die einer ausführlichen klinischen Nachuntersuchung und Befragung unterzogen werden konnten, hatte in 29% eine Beckenringfraktur Typ B, in 24% der Fälle eine Beckenringfraktur Typ C, bei 24% der Patienten eine Acetabulumfraktur und bei 24% eine kombinierte Beckenring- und Acetabulumfraktur vorgelegen.

Zur Erfassung der Nachuntersuchungsergebnisse wurde das, von der Arbeitsgruppe Becken der DGU in den 1990er Jahren im Rahmen einer Multicenterstudie erarbeitete Konzept, zur Erfassung und Evaluation der Behandlungsergebnisse nach Becken- und Acetabulumverletzungen verwendet[73]. Dieses Nachuntersuchungskonzept wurde in Form eines

Fragebogens in verkürzter und modifizierter Form verwendet. Einige Arbeiten, vor allem um Pohlemann et al., beschäftigten sich mit der Nachuntersuchung von Beckenring- und Acetabulumfrakturen nach diesem Untersuchungsplan. Um eine bessere Vergleichbarkeit herzustellen, haben wir unsere Untersuchung an das bereits mehrfach angewendete und etablierte Schema angelehnt.

Des Weiteren wurde der SF-12 Short Form Health Survey verwendet, der neben dem SF-36, ein weltweit häufig eingesetztes Verfahren zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität ist[102].

Zur Auswertung des klinischen Ergebnisses dient der Merle d'Aubigné-Score. In diesem Score werden ausschließlich klinische Kriterien berücksichtigt, das radiologische Ergebnis findet keine Beachtung. Weber et al. stellten bei der Nachuntersuchung von operativ versorgten Patienten mit Beckenringfrakturen Typ B und C fest, dass es häufig zu einer Missverhältnis zwischen sehr guten anatomischen Rekonstruktionsergebnissen, aber nur guten bis befriedigenden funktionellen Resultaten und einer noch etwas schlechteren Bewertung der Lebensqualität kommt[104]. Laut Culemann et al. bestehen weiterhin Unterschiede zwischen radiologisch sichtbarem und klinisch fassbarem Erfolg bei Beckenringfrakturen[14]. In gleicher Weise korreliert das radiologische Ergebnis bei Acetabulumfrakturen nur gering mit dem klinischen Outcome, insbesondere in Bezug auf chronische Schmerzen[74]. Einige Autoren empfehlen aufgrund dieser Ergebnisse auf die Anfertigung von Röntgenaufnahmen zu Nachuntersuchungszwecken zu verzichten[78,104]. Auch bei der vorliegenden Studie wurde auf Röntgenaufnahmen des Beckens oder des Acetabulums verzichtet. Der von der DGU vorgeschlagene Outcomescore ist aus diesem Grund bei dieser Arbeit nicht anwendbar, da ein großer Teil der Beurteilung bei diesem Score auf dem radiologischen Ergebnis basiert.

#### **4.3 Patientenkollektiv**

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit Patienten, die im Zeitraum von 2006 bis 2012 eine Beckenringfraktur Typ B, Typ C oder Acetabulumfraktur erlitten hatten und im selbigen Zeitraum im Bundeswehrkrankenhaus in Ulm operativ versorgt worden waren. Konservativ behandelte Frakturen waren nicht mit eingeschlossen.

Bei den Beckenringfrakturen werden vor allem die stabilen Typ A Beckenringfrakturen konservativ behandelt. Auch in anderen Arbeiten werden häufig ausschließlich operativ versorgte Patienten berücksichtigt, wie in Arbeiten von Weber et al., Moed et al. oder Rommens et al.[63,76,104]. Mögliche Gründe hierfür sind, dass stabile Beckenringfrakturen oft komplikationslos ausheilen und es nur selten zu chronischen Schmerzen, neurologischen Ausfallerscheinungen oder funktionellen Beeinträchtigungen kommt[11]. Aus diesem Grund konzentriert sich unsere Studie auf die oben genannten Frakturtypen. Operativ versorgte Typ A-Beckenringfrakturen sind in dem von uns betrachteten Zeitraum nicht vorgekommen.

Ob man den Beckenringfrakturen Typ A damit gerecht wird, muss diskutiert werden. Immerhin bilden sie mit 40-60% den Großteil aller Beckenfrakturen und betreffen vor allem ältere Menschen. Dieser Anteil wird voraussichtlich aufgrund des demographischen Wandels mit sinkenden Geburtenraten und einer kontinuierlichen Steigerung der Lebensdauer noch weiter ansteigen[93].

Betrachtet man das gesamte Patientenkollektiv, zeigen sich zwei Altersgipfel, ein erster bei den 18- bis 30-jährigen und ein zweiter zwischen 46 und 50 Jahren. Im zweiten Altersgipfel dominiert das männliche Patientenkollektiv. Das Durchschnittsalter aller Patienten mit Z.n. operativer Beckenring- oder Acetabulumfraktur in unserer Studie betrug 40,5 Jahre. Der Median lag mit 39 Jahren leicht darunter. Etwa drei Viertel der Patienten im gesamten Kollektiv waren männlichen Geschlechts.

Auch bei Pohlemann et al (DGU 1996) fiel diese zweigipflige Altersverteilung auf, mit einem ersten Gipfel bei den 20-25jährigen, und einem zweiten um das 80. Lebensjahr, der vor allem Frauen betraf. Das betrachtete Kollektiv bestand zu 55% aus Männern, bei denen es, wie bei unserer Studie, einen weiteren Altershöhepunkt um das 50. Lebensjahr gab[73].

Dass der beobachtete zweite Altersgipfel um das 80. Lebensjahr in der Arbeit von Pohlemann bei uns nicht zu sehen war, ist wohl in der Auswahl unserer Patienten unter Berücksichtigung der Einschlusskriterien zu sehen. Ältere Patienten haben häufige Nebendiagnosen, die wir als Ausschlusskriterium gewertet haben, z.B. metabolische oder neurologische Grunderkrankung. Des Weiteren erleiden ältere Patienten bei Stürzen häufig eine Beckenringfrakturen Typ A, die wir nicht

eingeschlossen haben, die jedoch in der genannten Studie von Pohlemann bewertet wurden. So ist auch der im Vergleich zu unserer Studie niedrigeren Anteil an männlichen Patienten in der genannten Studie von Pohlemann durch den Einschluss von Beckenringfrakturen Typ A zu sehen. Diese betreffen vor allem Patientinnen jenseits des 70. Lebensjahres. Diese leiden früher und ausgeprägter an Osteoporose und ziehen sich infolgedessen öfter stabile Beckenfrakturen bei einfachen Stürzen zu[2]. Dagegen überwiegen bei den schwerwiegenden Verletzungen, die meist Folge von Hochrasanztraumen sind, die jüngere, meist männlichen Patienten[3,22,30,98].

#### ***4.4 Epidemiologische Daten***

Die vorherrschende Verletzungsursache im Gesamtkollektiv war mit 67% (26 Fälle) ein Unfall im Straßenverkehr. Davon sind 51% allein auf PKW-Unfälle zurückzuführen. An zweiter Stelle stand mit 20% ein Sturz aus großer Höhe. Eine Einklemmung unter schwerer Last war dagegen nur selten die Ursache für eine Beckenring- oder Acetabulumfraktur in dem betrachteten Kollektiv (13%).

Durch vielzählige Untersuchungen bestätigt sich, dass als Ursache dieses Verletzungsmusters das Rasantrauma im Straßenverkehr weit in den Vordergrund gerückt ist. Gokcen et al. fanden bei der Auswertung diverser Studien einen Anteil von 44-68% allein an PKW-Unfällen. Seine Untersuchungen ergaben, dass das Rasantrauma die häufigste Todesursache bis zum 35. Lebensjahr ist[25].

Auch Trentz et al. recherchierten eine vergleichbare Verteilung der Unfallursachen mit 60% Verkehrsunfälle als Ursache für eine Beckenfraktur[94].

Für die Lebensqualität der Patienten spielen neurologische Defizite eine nicht unerhebliche Rolle. Mit Nervenverletzungen ist bei instabilen Becken- und Acetabulumfrakturen in bis zu 50% der Fälle zu rechnen[7,33,59]. Die häufigste peripelvine Begleitverletzung im betrachteten Kollektiv war eine Nervenläsion mit 48% der Patienten mit Z.n. Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Gefahr einer neurologischen Schädigung steigt mit der Schwere der Beckenringverletzung. Am häufigsten sind die Segmente L4-S2 betroffen[86] bedingt durch den intrapelvinen Verlauf des N. ischiadicus, häufig durch Verletzung des Nervs im Foramen infrapiriforme. Bedeutung erlangen Begleitverletzungen der Nerven nicht nur

wegen ihrer Häufigkeit, sondern ebenfalls wegen der schlechten funktionellen Ergebnisse[86]. Der Ausgangspunkt für ihre Entstehung ist durch direkten Druck dislozierter Knochenfragmente, durch Einklemmung, aber auch bei Überdehnung bei großer Gewalteinwirkung auf das Becken zu sehen[33]. Auch in unserem Kollektiv schnitten die Patienten mit peripelviner Begleitverletzung in der körperlichen Summenskala des SF-12 tendenziell schlechter ab als diejenigen ohne peripelvine Begleitverletzung.

In unserem Fall sind die Nervenverletzungen relativ gleichmäßig auf die Frakturtypen verteilt: Jeweils fünf Patienten mit Beckenringfraktur Typ B und Typ C und Acetabulumfrakturen hatten eine Nervenläsion sowie drei Patienten mit kombinierter Beckenring- und Acetabulumfraktur. Prozentual betrachtet sind 42% (5/12) der Patienten mit Beckenringfraktur Typ B betroffen, 50% (5/10) mit Beckenringfraktur Typ C, 56% (5/9) mit isolierter Acetabulumfraktur und 43% (3/7) mit kombinierter Beckenring- und Acetabulumfraktur.

Die Häufigkeit neurologischer Schäden bei Beckenringfrakturen Typ B und Typ C war in unserem Patientengut etwas höher als bei Pohlemann et al. So sprach Pohlemann von 32% neurologischer Ausfälle nach Beckenringfraktur Typ B und 40% bei Typ C mit einem Überwiegen der motorischen Ausfälle[71]. In unserem Kollektiv traten isolierte motorische Ausfälle sehr selten auf (3%).

Im Bereich der Urethra treten Verletzungen in bis zu 15% bei Beckenfrakturen auf. Auf der anderen Seite sind 50-90% aller Urethraverletzungen mit Beckenbrüchen vergesellschaftet[19,42,52,103]. Ähnlich Ergebnisse fanden sich auch in dem hier untersuchten Kollektiv mit einem Anteil von 18% mit peripelvinen Urogenitalverletzungen.

Bei Pohlemann hatten bei der Verlaufskontrolle 21% der Patienten mit operativ versorgter Beckenringfraktur Typ B urologische Störungen. Nach Beckenringfraktur Typ C waren es 30%. Eine erektile Dysfunktion gaben ca.13% der männlichen Patienten (Tile Typ C) an[71].

Störungen der Sexualfunktion sind nach Verletzungen im Bereich des Beckens nicht selten, ihre Erfassung ist jedoch nicht immer unproblematisch[11]. Laut Metze et al. liegt die Inzidenz sexueller Dysfunktionen zwischen 25-29%. Bei instabilen Frakturen beträgt sie sogar 40%. Wird das Beschwerdespektrum erweitert, z.B. um Schmerzen und Bewegungseinschränkungen, hätten bis zu

60% der Männer zumindest zeitweise Probleme. Je größer die Instabilität ist, umso höher die Inzidenz und umso geringer die Erholungsrate. Eine spontane Remission ist im Schnitt in den ersten 12 bis 18 Monaten zu erwarten. Anhand des SF-36 Health Survey ermittelte Metze, dass Patienten nach Beckenringfraktur insgesamt eine verminderte Gesamtzufriedenheit mit ihrem Sexualleben aufweisen[62]. Darüber hinaus ist zu beachten, dass Patienten auf sexuelle Dysfunktionen mit psychischen Störungen wie z.B. Ängsten oder Depressionen reagieren können[37,62]. Die Häufigkeit sexueller Beeinträchtigungen lag in unserem Patientengut verglichen mit der Literatur sehr niedrig. Es bleibt offen, ob nicht insbesondere Störungen beim Geschlechtsverkehr durch die Patienten, z.B. aus Scham, nicht erwähnt wurden. Andererseits ist diese Erscheinung nicht klinikspezifisch und muss bei allen Untersuchungen angenommen werden.

#### **4.5 Klinisches Outcome**

Ein wichtiger Aspekt, nämlich bestehende chronische Schmerzen, bildet neben anderen funktionellen Einschränkungen einen fundamentalen Gesichtspunkt bei der Verlaufsbeurteilung nach Verletzungen[14,18]. In einer Arbeit von Bürk et al. zeigte sich, dass die Patienten am häufigsten durch Schmerzen beeinträchtigt waren, während die Beweglichkeit der Hüftgelenke nicht wesentlich eingeschränkt war[11]. Das reine Auswerten und Vergleichen von Zahlenwerten (Beugefähigkeit im Hüftgelenk) ist oft umständlich und ungenau, da z.B. eine Beugefähigkeit im Hüftgelenk bis 90° im Alltag durchaus wichtiger ist, als das Erreichen der vollständigen Beugung bis 130°[11]. Dies spiegelt sich auch im Merle d'Aubigné-Score, da beim Unterpunkt „Mobilität“ ein maximaler Punktwert bereits mit einer Flexionsfähigkeit von über 90° erzielt wird.

So zeigte sich auch in unseren Ergebnissen im Merle d'Aubigné Score, dass im Unterpunkt Beweglichkeit, ein nahezu maximaler Punktwert von 5,9 erzielt wurde. Während das schlechteste Ergebnis im Unterpunkt Schmerz erreicht wurde. Nur 34% der Patienten gaben absolute Schmerzfreiheit und 8% gaben intensive oder starke, nächtliche Schmerzen an. Bei Pohlemann waren 41% der Patienten mit Beckenringfraktur Typ B schmerzfrei, allerdings litten auch nur 4% unter starken Schmerzen [71]. Laut Literatur ist nach einer Beckenringfraktur Typ C zu 27-40% mit Schmerzfreiheit zu rechnen[14,37,71,73]. In der Arbeit von Hirvensalo et al.

klagten im Verlauf sogar nur 6% der operativ versorgten Patienten über verbliebene Schmerzen.

Das Gangbild und die Gehfähigkeit sind wichtige und häufig verwendete Kriterien zur Beurteilung des Langzeitergebnisses nach Beckenverletzungen[11]. So stellt die Gehfähigkeit, neben der Hüftbeweglichkeit und dem Bestehen von Schmerzen, einen zentralen Bestandteil des Merle d'Aubigné-Scores dar.

In der Gehfähigkeit spiegeln sich sowohl bestehende Schmerzen als auch eine eingeschränkte Hüftgelenksbeweglichkeit wieder[74]. Auch in den von Pohlemann et al. (1996) entwickelten Outcomescores sind die Gehfähigkeit und das Gangbild wichtige Punkte[11,71]. Bei der Mehrzahl, der von uns nachuntersuchten Patienten war die Gehfähigkeit unbeeinträchtigt. Lediglich drei Patienten laufen mit einem leichten Hinken. Zwei weitere Patienten sind auf zwei Gehstöcke bzw. zwei Gehstützen angewiesen. Diese Ergebnisse beziehen sich auf die Auswertung des Unterpunktes „Gehfähigkeit“ des Merle d'Aubigné-Scores.

Zur Beurteilung des funktionellen Outcomes, insbesondere nach Acetabulumfrakturen, aber auch nach Beckenringfrakturen, wird häufig der Score nach Merle d'Aubigné verwendet. 32% der Patienten erzielten hier ein sehr gutes Ergebnis, die Mehrheit erzielte mit 53% ein gutes Ergebnis, ein mäßiges Resultat gab es bei 10% der Patienten und 5% hatten ein schlechtes klinisches Outcome. Durchschnittlich wurden in der gesamten Gruppe 16 Punkte erzielt, was einem guten funktionellen Ergebnis entspricht.

Bezogen auf das gesamte Patientenkollektiv wurde das schlechteste Ergebnis im Unterpunkt „Schmerz“ mit 4,4 Punkten und das Beste im Bereich „Beweglichkeit“ mit 5,9 Punkten erreicht.

Aufgeteilt auf die unterschiedlichen Frakturtypen erzielten die Patienten mit Beckenringfraktur Typ B durchschnittlich 16,5 Punkte, mit Beckenringfraktur Typ C 16,8 Punkte, mit isolierter Acetabulumfraktur 14,7 Punkte und mit kombinierter Beckenring- und Acetabulumfraktur 15,4 Punkte. Die beiden funktionell schlechten Ergebnisse wurden in der Gruppe der Acetabulumfrakturen (6 Punkte) und in der Gruppe der kombinierten Beckenring- und Acetabulumfrakturen (10 Punkte) erzielt.

In einer Untersuchung von Weber et al. hatten 69% der Patienten nach operativ versorgter Beckenringfraktur Typ B oder C ein sehr gutes bzw. gutes und 8% ein schlechtes Spätergebnis, was in einem ähnlichen Rahmen zu unseren Ergebnissen liegt[104].

Die Wahl der Therapie richtet sich vor allem nach der Frakturklassifikation, aber auch nach der Schwere der sonstigen Verletzungen. So stellen instabile oder deutlich dislozierte Frakturen eine Operationsindikation dar[96]. Weiterhin ist eine ausgedehnte Blutung eine Indikation für eine sofortige operative Intervention[14]. Bei den Acetabulumfrakturen stellt die Hüftkopfluxation eine Notfallsituation dar, die ein rasches operatives Eingreifen erfordert[14]. Ziel der definitiven operativen Therapie ist vor allem die anatomische Reposition und die Möglichkeit der frühen Mobilisation[65]. Entscheidend für den Erfolg ist eine exakte Indikationsstellung und sorgfältige Osteosynthesetechnik[96]. Bei allen Patienten, bei denen Beckenverletzungen vermutet werden, ist eine Schnittbildgebung in Form einer Computertomographie und/oder Magnetresonanztomographie zum Ausschluss einer höhergradigen Beckenringverletzung unabdingbar[20,75].

In der Gruppe mit Beckenringfraktur Typ A ist nur in Einzelfällen, z.B. einer größeren Dislokation, ein operatives Vorgehen indiziert. Die schmerzadaptierte Mobilisation ist meist die Therapie der Wahl[93,98]. Typ A-Beckenringfrakturen machen mit ca. 40-60% den Großteil der Beckenverletzungen aus. Und obwohl eine Operation nur selten notwendig erscheint, erreichen lediglich etwas mehr als 40% der Patienten ein sehr gutes Endergebnis[93]. Langfristig wird nur gut die Hälfte dieser Gruppe komplett beschwerdefrei. Auf Grund des demographischen Wandels wird diese Patientengruppe in der Zukunft sicher mehr in den Fokus rücken[93].

Ziel der Versorgung von Acetabulumfrakturen ist die anatomische Wiederherstellung der Gelenkfläche[60], da anderenfalls eine Versteifung oder Arthrose im Hüftgelenk drohen[23].

In einer Studie zur „Nachuntersuchung und Beurteilung der Lebensqualität von Patienten mit Beckenring- und Acetabulumfrakturen“ war das Ergebnis von Patienten mit isolierter Acetabulumfraktur, die operativ versorgt worden, besser, als das der konservativ Versorgten[4]. Dies könnte bestätigen, dass die

anatomische Rekonstruktion der Schlüssel für ein gutes klinisches Outcome ist[60].

#### **4.6 SF-12**

Die gesundheitsbezogene Lebensqualität hat sich in den letzten Jahren zu einem Standard Outcome-Parameter in medizinischen Studien etabliert, um neben den klinischen Kenndaten, Aussagen über die subjektive Perspektive des Patienten machen zu können. Die Auswertung des SF-12 Fragebogens zeigt für die Patienten mit Z.n. Beckenring- oder Acetabulumfrakturen ein Mittelwert für die körperlichen Summenskala (KSK) von 48,8 und für die psychische Summenskala (PSK) von 49,8. Die Ergebnisse für die gesundheitsbezogene Lebensqualität gemessen mit dem SF-12 Fragebogen ergeben somit Durchschnittswerte, die denen der Gesamtbevölkerung entsprechen[95].

Nichtsdestotrotz lagen 8 der 38 Patienten bei der körperlichen Summenskala im weit unterdurchschnittlichen Bereich bzw. drei im unterdurchschnittlichen Bereich. Bei der psychischen Summenskala waren es sechs Patienten im weit unterdurchschnittlichen Bereich bzw. sechs im unterdurchschnittlichen Bereich.

Ein möglicher Einflussfaktoren dafür, dass das hier betrachtete Kollektiv dennoch Werte innerhalb der Normpopulation hatte, ist der überwiegende Anteil von männlichen Personen, die in der Regel höhere Werte bei der gesundheitsbezogenen Lebensqualität erzielen[55].

Wie oben bereits angedeutet, beschreibt der SF-12 die generelle Lebensqualität der befragten Personen. Viele andere Autoren haben die generelle Lebensqualität anhand des SF-36 erhoben. SF-12 und SF-36 unterscheiden sich zwar in der Anzahl der Fragen, die Aussage, die beide Messinstrumente über die Lebensqualität der befragten Patienten machen, ist dennoch vergleichbar. Dies zeigten Kiely et al. 2006, die insbesondere bei der Erhebung der körperliche Summenskala, einen statistisch hochsignifikanten Zusammenhang zwischen SF-12 und SF-36 in einer Traumapopulation herausarbeiten konnten[40].

Der Vergleich der Patienten mit Beckenringfrakturen mit denen mit Acetabulumfrakturen zeigt eine deutlich bessere Bewertung der Lebensqualität in beiden Summenskalen nach Beckenringfrakturen. Unsere Beobachtung steht im Einklang mit der Beobachtung von Weber et al., wonach Patienten mit

Acetabulumfrakturen körperlich stärker beeinträchtigt sind als Patienten mit Beckenringfrakturen[104]. Dagegen hatten Tibbs et al. ein besseres funktionelles Outcome nach Acetabulumfrakturen gesehen[92]. Sowohl Weber et al. als auch Tibbs et al. verwendeten für ihre Outcome-Beurteilung den SF-36.

Bei Untersuchungen zur Qualität und Verlässlichkeit des SF-36 stellte sich heraus, dass allein der körperliche und psychische Score 80-85% der Varianz beim SF-36 erklären[58]. Reliabilitäts- und Validitätsprüfungen konnten zeigen, dass die Verknappung im SF-12 nur mit geringen Informationseinbußen insbesondere auf Seiten der Reliabilität verbunden waren und vergleichbare Ergebnisse mit beiden Instrumenten erzielt wurden[34,99,101].

#### **4.7 Posturale Kontrolle**

Zahlreiche Arbeiten beschäftigten sich bereits mit der Nachuntersuchung von Patienten mit Beckenring- und/oder Acetabulumfrakturen. Besonders hervorzuheben sind hier Pohlemann et al. und die Arbeitsgruppe Becken, die ein Nachuntersuchungskonzept für Beckenpatienten entwickelten, an dem sich auch diese Studie orientiert. Unklar war bisher, ob Beckenring- und Acetabulumfrakturen Einfluss auf die posturale Kontrolle haben. Eine solche Untersuchung gab es bisher nicht, erscheint jedoch sinnvoll, da das Becken als Verbindungsorgan zwischen Rumpf und unteren Extremitäten ein wichtiges Glied zur Stabilisierung des Gleichgewichts darstellt.

Die Ergebnisse unserer Arbeit haben gezeigt, dass es keine relevanten Unterschiede bezogen auf die posturale Kontrolle zwischen den Ergebnissen der Beckengruppe und denen der Kontrollgruppe gibt. Auch die Unterteilung nach Geschlecht, Alter oder Frakturtypen ergab ähnliche Ergebnisse. Bezogen auf das hier betrachtete Patientenkollektiv lässt sich daraus schließen, dass bei Patienten mit operativ versorgten Beckenring- und Acetabulumfraktur keine Einschränkungen der posturalen Kontrolle aufgrund ihrer Fraktur vorliegen.

Die Aufrechterhaltung der posturalen Kontrolle stellt –mechanisch gesehen – das zentrale Nervensystem vor die Aufgabe, den labil gelagerten Körperschwerpunkt über der Unterstützungsfläche zu halten. Um durch adäquate Muskelaktivierungen entsprechende Ausgleichsbewegungen zur Wiedererlangung des Gleichgewichts durchführen zu können, ist die Wahrnehmung des „Ungleichgewichts“ durch

optische, propriozeptive, sensorische und vestibuläre Analysatoren essenziell. Die Informationen der unterschiedlichen Analysatoren werden dabei nicht getrennt voneinander verarbeitet, sondern integriert und situationsspezifisch unterschiedlich stark gewichtet. Unsere Fragestellung, ob sich operativ versorgte Beckenring- und Acetabulumfrakturen und häufig begleitende Muskel- und Nervenverletzungen können sich negativ auf die posturale Kontrolle auswirken, ergab, dass keine relevanten Unterschiede zwischen Becken- und Kontrollgruppe festgestellt werden konnten.

Diese Ergebnisse decken sich zum einen mit der Selbsteinschätzung der Patienten bezüglich ihres Gleichgewichtsgefühls: 71% der Patienten gaben an, sich im Alltag sehr sicher zu fühlen. Nur zwei Patienten berichteten sich bezogen auf ihre Balancefähigkeit eher unsicher zu fühlen. Zum Anderen erzielten unsere Patienten in der Kategorie Gehfähigkeit des Merle d'Aubigné Score nahezu maximales Ergebnis mit 5,7 von 6,0 Punkten sowie in der Kategorie Mobilität ein Ergebnis von 5,9 von 6,0 Punkten. Insbesondere die Ergebnisse zur Gehfähigkeit, die über den Motorkortex als wichtiges Funktionsglied der posturalen Kontrolle koordiniert wird, stehen somit im Einklang mit unseren Ergebnissen bei Patienten mit Z.n. operativ versorgter Beckenring- und/oder Acetabulumfraktur.

Eine mögliche Erklärung hierfür könnte die jüngere Altersstruktur des hier betrachteten Patientenkollektivs im Vergleich zu Studien um Pohlemann et al. durch den Ausschluss von konservativ behandelten Frakturen, in erster Linie Typ A-Beckenringfrakturen, sein. Beckenringfrakturen vom Typ A betreffen vor allem ältere Patientinnen mit Osteoporose.

Propriozeptive Defizite als auch zunehmende Defizite in der posturalen Kontrolle wurden im Alter sowohl für die obere als auch für die untere Extremität nachgewiesen[24]: Im Alter kommt es zu degenerativen Prozessen, die zu einer Desensibilisierung von Muskelspindeln führen[90] und es kommt zu einer Verringerung der Anzahl an Fasern innerhalb der Muskelspindel[90]. Durch diese Degeneration kommt es zu einer verschlechterten Dehnungsempfindlichkeit der Muskelspindeln[48,90]. Vor diesem Hintergrund wäre eine Untersuchung der posturalen Kontrolle bei Patienten mit Typ A-Beckenringfrakturen im Vergleich zu älteren Probanden ohne Beckenfrakturen denkbar. Stürze im Alter stellen ein erhebliches Gesundheitsproblem dar[10]. Hieraus stellt sich die Frage, ob sich das

erhöhte Sturzrisiko bei älteren Menschen durch eine ggf. verminderte posturale Kontrolle nach einer Typ A-Beckenringfraktur weiter potenziert wird.

## 5. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit sollte mittels computerunterstützter dynamischer Posturographie die posturale Kontrolle von Patienten mit operativ versorgten Beckenringfrakturen Typ B, Typ C und Acetabulumfrakturen quantifiziert werden. Das Becken ist Ansatz von zahlreichen Muskeln, die am Prozess des aufrechten Ganges beteiligt sind. Unklar war, ob Frakturen im Bereich des Beckens Einfluss auf die Weiterleitung propriozeptiver Reize haben und sich damit negativ auf die Balance und das Gleichgewichtsvermögen auswirken können. Ziel dieser kontrollierten, klinischen Studie war es, den Einfluss der Becken- und Acetabulumfrakturen auf die posturale Stabilität zu untersuchen. Insgesamt wurden die Ergebnisse von 38 Patienten, die im Zeitraum von 2006 bis 2012 am Bundeswehrkrankenhaus in Ulm behandelt und operiert worden waren, mit denen von 38 gesunden Kontrollprobanden verglichen. Die Nachuntersuchung erfolgte durchschnittlich 35 Monate nach operativer Versorgung. Die Rekrutierung der Kontrollgruppe erfolgte entsprechend des Altersdurchschnitts der Patientengruppe von 40,5 Jahren.

Es konnte gezeigt werden, dass die Ergebnisse der Messungen zur posturalen Kontrolle für die Patientengruppe und die Kontrollgruppe in einem ähnlichen Bereich lagen. Folglich lässt sich also kein Einfluss auf die posturale Kontrolle durch Beckenring- und Acetabulumfrakturen ableiten.

Auch eine Differenzierung innerhalb der Beckengruppe nach Alter, Frakturtyp und begleitende chronische Schmerzen ließ kein Abhängigkeitsverhältnis erkennen.

Ein PKW-Unfall war mit 52,6% (20/38) der häufigste Unfallmechanismus in dem betrachteten Patientenkollektiv und betraf überwiegend Männer (13/20). Männliche Patienten bilden 73,6% (28/38) auch den Hauptanteil am Gesamtkollektiv.

Die Frakturverteilung in diesem Patientengut zeigte sich wie folgt: 32% (12/38) hatten eine Beckenringfraktur Typ B, 26,3% (10/38) eine Beckenringfraktur Typ C, weitere 23,7% (9/38) eine isolierte Acetabulumfraktur und 18,4% (7/38) erlitten eine kombinierte Beckenring- und Acetabulumfraktur.

Begleitend erlitten 18 Patienten (47,4%) bedingt durch die Beckenring- oder Acetabulumfraktur eine Nervenläsion, 7 Patienten (18,4%) zogen sich eine Verletzung im Bereich des Urogenitaltraktes zu, bei 4 (10,5%) der genannten

Patienten lag eine kombinierte Nervenläsion sowie Verletzung des Urogenitaltraktes vor. Keine der Begleitverletzungen hatte einen Einfluss auf die Posturale Kontrolle.

Die Outcome-Bewertung erfolgte anhand des Merle d'Aubigné-Scores und des 12-Item Short Form Health Survey (SF-12) -Fragebogens.

Zur Beurteilung des funktionellen Outcomes, insbesondere nach Acetabulumfrakturen, aber auch nach Beckenringfrakturen, wird häufig der Score nach Merle d'Aubigné verwendet. 31,6% (12/38) der Patienten erzielten hier ein sehr gutes Ergebnis, die Mehrheit erzielte mit 52,6% (20/38) ein gutes Ergebnis, ein mäßiges Resultat gab es bei 10,5% (4/38) der Patienten und 5,3% (2/38) hatten ein schlechtes klinisches Outcome. Durchschnittlich wurden in der gesamten Patientengruppe 16 Punkte erzielt, was einem guten funktionellen Ergebnis entspricht.

Die Auswertung des SF-12-Fragebogens zeigte für die Patienten mit Z.n. Beckenring- oder Acetabulumfrakturen einen Mittelwert für die körperliche Summenskala (KSK) von 48,8 und für die psychische Summenskala (PSK) von 49,8. Die Ergebnisse für die gesundheitsbezogene Lebensqualität gemessen mit dem SF-12 Fragebogen ergaben somit Durchschnittswerte, die denen der Gesamtbevölkerung entsprechen.

Die epidemiologischen Daten und die Ergebnisse des funktionellen Outcomes, die in der Nachuntersuchung erhoben wurden, sind vergleichbar mit den Ergebnissen aus der Literatur, so dass man von einem repräsentativen Kollektiv für Patienten mit Beckenring- und Acetabulumfrakturen sprechen kann.

Insgesamt kann man also von einem guten klinischen Ergebnis in dem betrachteten Patientenkollektiv sprechen. Dies spiegelt sich auch in Messungen zur posturalen Kontrolle wider, die keine größeren Differenzen zu einer gesunden Kontrollgruppe aufzeigen konnten.

## 6. Literaturverzeichnis

1. Alonso J E, Volgas D A, Giordano V, Stannard J P: A review of the treatment of hip dislocations associated with acetabular fractures. *Clinical orthopaedics and related research*, 377: 32-43 (2000)
2. Altenbernd J, Bitu S, Lemburg S, Peters S, Seybold D, Meindl R, Nicolas V, Heyer C M: Vertebral fractures in patients with ankylosing spondylitis: a retrospective analysis of 66 patients. *RoFo: Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen und der Nuklearmedizin*, 181: 45-53 (2009)
3. Balogh Z, King K L, Mackay P, McDougall D, Mackenzie S, Evans J A, Lyons T, Deane S A: The epidemiology of pelvic ring fractures: a population-based study. *The Journal of trauma*, 63: 1066-1073 (2007)
4. Baumbach K: Nachuntersuchung und Beurteilung der Lebensqualität von Patienten mit Beckenring- und Acetabulumfrakturen. *Med Dissertation, Universität Hamburg* (2011)
5. Baumgaertel F: Diagnosis, classification and surgical indications in acetabulum fractures. *Der Orthopäde*, 21: 427-441 (1992)
6. Berner M, Ulrich C: Die primär endoprothetische Versorgung von Acetabulumfrakturen. *Osteosynthese International*, 7: 93-100 (1999)
7. Bosch U, Pohlemann T, Haas N, Tscherne H: Classification and management of complex pelvic trauma. *Der Unfallchirurg*, 95: 189-196 (1992)
8. Brattinger F, Stegmüller B, Riesner H J, Friemert B, Palm H G: Anterior cruciate ligament ruptures and postural control: correlation of functional knee scores with computerized dynamic posturography. *Der Orthopäde*, 42: 100-106 (2013)
9. British medical research council: Aids to the investigation of peripheral nerve injuries, Her majesty's stationary office, London (1943)
10. Bueno-Cavanillas A, Padilla-Ruiz F, Jimenez-Moleon J J, Peinado-Alonso C A, Galvez-Vargas R: Risk factors in falls among the elderly according to extrinsic and

intrinsic precipitating causes. European journal of epidemiology, 16: 849-859 (2000)

11. Burk W, Bauer G, Krauss J, Esch P M, Vogel J, Kinzl L: Quality control after pelvic injuries with a scoring system. Der Unfallchirurg, 99: 112-118 (1996)

12. Burkhardt M, Culemann U, Seekamp A, Pohlemann T: Strategies for surgical treatment of multiple trauma including pelvic fracture. Review of the literature. Der Unfallchirurg, 108: 812, 814-20 (2005)

13. Culemann U, Oestern H, Pohlemann T: Aktuelle Behandlung der Beckenringfraktur. Der Chirurg, 84: 809-825 (2013)

14. Culemann U, Tosounidis G, Reilmann H, Pohlemann T: Pelvic fracture. Diagnostics and current treatment options. Der Chirurg, 74: 687-700 (2003)

15. Cumming R G, Klineberg R J: Fall frequency and characteristics and the risk of hip fractures. Journal of the American Geriatrics Society, 42: 774-778 (1994)

16. Diener H C, Dichgans J, Guschlbauer B, Mau H: The significance of proprioception on postural stabilization as assessed by ischemia. Brain research, 296: 103-109 (1984)

17. Ditzen W, Börner M: Behandlungsstrategien bei Azetabulumfrakturen. Trauma und Berufskrankheit, 5: 83-91 (2003)

18. Eid K, Keel M, Keller A, Ertel W, Trentz O: Influence of sacral fracture on the long-term outcome of pelvic ring injuries. Der Unfallchirurg, 108: 35-36, 38-42 (2005)

19. Failing M S, McGarity P L: Unstable fractures of the pelvic ring. The Journal of bone and joint surgery. American volume, 74: 781-791 (1992)

20. Fuchs T, Rottbeck U, Hofbauer V, Raschke M, Stange R: [Pelvic ring fractures in the elderly. Underestimated osteoporotic fracture]. Der Unfallchirurg, 114: 663-670 (2011)

21. Giannoudis P V, Grotz M R, Papakostidis C, Dinopoulos H: Operative treatment of displaced fractures of the acetabulum. A meta-analysis. The Journal of bone and joint surgery. British volume, 87: 2-9 (2005)
22. Giannoudis P V, Grotz M R, Tzioupis C, Dinopoulos H, Wells G E, Bouamra O, Lecky F: Prevalence of pelvic fractures, associated injuries, and mortality: the United Kingdom perspective. The Journal of trauma, 63: 875-883 (2007)
23. Giannoudis P V, Pohlemann T, Bircher M: Pelvic and acetabular surgery within Europe: the need for the co-ordination of treatment concepts. Injury, 38: 410-415 (2007)
24. Goble D J, Coxon J P, Wenderoth N, Van Impe A, Swinnen S P: Proprioceptive sensibility in the elderly: degeneration, functional consequences and plastic-adaptive processes. Neuroscience and biobehavioral reviews, 33: 271-278 (2009)
25. Gokcen E C, Burgess A R, Siegel J H, Mason-Gonzalez S, Dischinger P C, Ho S M: Pelvic fracture mechanism of injury in vehicular trauma patients. The Journal of trauma, 36: 789-796 (1994)
26. Granacher U, Gollhofer A: Grundlagen der Bewegungskontrolle und deren funktionelle Bedeutung. Medizinische Orthopädiestechnik - Zeitschrift für Prävention und Rehabilitation, Sonderheft Sohlengänger 1, 6-11 (2009)
27. Grey M J, Ladouceur M, Andersen J B, Nielsen J B, Sinkjaer T: Group II muscle afferents probably contribute to the medium latency soleus stretch reflex during walking in humans. The Journal of physiology, 534: 925-933 (2001)
28. Haas N P, Stockle U C, Hoffmann R: Acetabulum surgery. Development, current status and prospects. Zentralblatt für Chirurgie, 124: 999-1003 (1999)
29. Halawi M: Pelvic ring injuries: Emergency assessment and management. J Clin Orthop Trauma, 6: 252-258 (2015)
30. Heller M, Blanke J, Draijer F, Brossmann J, Egbers H J, Havemann D: Pelvic ring injuries. Der Radiologe, 38: 702-709 (1998)

31. Henne-Bruns D, Dürig M, Kremer B: Traumatologie. Chirurgie, Thieme, Stuttgart, S. 1065-1248 (2001)
32. Horak F B, Macpherson J M: Postural orientation and equilibrium. In: Rowell L B and Shepherd J T (Hrsg) Handbook of Physiology, Section 12, New York: Oxford, S. 255-292 (1996)
33. Huittinen V M: Lumbosacral nerve injury in fracture of the pelvis. A postmortem radiographic and patho-anatomical study. Acta chirurgica Scandinavica. Supplementum, 429: 3-43 (1972)
34. Hurst N P, Ruta D A, Kind P: Comparison of the MOS short form-12 (SF12) health status questionnaire with the SF36 in patients with rheumatoid arthritis. British journal of rheumatology, 37: 862-869 (1998)
35. Inglis J T, Kennedy P M, Wells C, Chua R: The role of cutaneous receptors in the foot. Advances in Experimental Medicine and Biology, 508: 111-117 (2002)
36. Judet R, Judet J, Letournel E: Fractures of the Acetabulum: Classification and Surgical Approaches for Open Reduction. Preliminary Report. The Journal of bone and joint surgery. American volume, 46: 1615-1646 (1964)
37. Kabak S, Halici M, Tuncel M, Avsarogullari L, Baktir A, Basturk M: Functional outcome of open reduction and internal fixation for completely unstable pelvic ring fractures (type C): a report of 40 cases. Journal of orthopaedic trauma, 17: 555-562 (2003)
38. Kaulbach C, Heller M, Triebel H J, Spielmann R P, Richartz-Heller M: Radiologic diagnosis of acetabular fractures. Der Radiologe, 29: 501-507 (1989)
39. Kennedy P M, Inglis J T: Distribution and behaviour of glabrous cutaneous receptors in the human foot sole. The Journal of physiology, 538: 995-1002 (2002)
40. Kiely J M, Brasel K J, Guse C E, Weigelt J A: Correlation of SF-12 and SF-36 in a trauma population. The Journal of surgical research, 132: 214-218 (2006)
41. Kim H, Boland P, Meredith D, Lis E, Zhang Z, Shi W, Yamada Y, Goodman K: Kim HJ, Boland PJ, Meredith DS, et al. Fractures of the sacrum after

chemoradiation for rectal carcinoma: incidence, risk factors, and radiographic evaluation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 84: 694-699 (2012)

42. Koraitim M M: Pelvic fracture urethral injuries: evaluation of various methods of management. *The Journal of urology*, 156: 1288-1291 (1996)

43. Kuhl H, Farin E, Follert P: Die Messung von Rehabilitationsergebnissen. *Phys Med Rehab Kuror*, 14: 236-242 (2004)

44. Laird A, Keating J F: Acetabular fractures: a 16-year prospective epidemiological study. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*, 87: 969-973 (2005)

45. Lawrence G, Menn K, Baumgaertner M, Haims A: Acetabular Fractures: Anatomic und Clinical Considerations. *AJR*, 201: 425-436 (2013)

46. Lehmann W, Hoffmann M, Fensky F, Nuchtern J, Grossterlinden L, Aghayev E, Lehmann H, Stuby F, Rueger J M: What is the frequency of nerve injuries associated with acetabular fractures? *Clinical orthopaedics and related research*, 472: 3395-3403 (2014)

47. Letournel E: Acetabulum fractures: classification and management. *Clinical orthopaedics and related research*, 151: 81-106 (1980)

48. Liu J X, Eriksson P O, Thornell L E, Pedrosa-Domellof F: Fiber content and myosin heavy chain composition of muscle spindles in aged human biceps brachii. *The journal of histochemistry and cytochemistry: official journal of the Histochemistry Society*, 53: 445-454 (2005)

49. Magnusson M, Enbom H, Johansson R, Pyykko I: Significance of pressor input from the human feet in anterior-posterior postural control. The effect of hypothermia on vibration-induced body-sway. *Acta Oto-Laryngologica*, 110: 182-188 (1990)

50. Magnusson M, Enbom H, Johansson R, Wiklund J: Significance of pressor input from the human feet in lateral postural control. The effect of hypothermia on galvanically induced body-sway. *Acta Oto-Laryngologica*, 110: 321-327 (1990)

51. Marincek B, Porcellini B, Robotti G: Computed tomographic classification of acetabular fractures. *Der Radiologe*, 24: 205-210 (1984)
52. Mark S D, Keane T E, Vandemark R M, Webster G D: Impotence following pelvic fracture urethral injury: incidence, aetiology and management. *British journal of urology*, 75: 62-64 (1995)
53. Matta J M: Fractures of the acetabulum: accuracy of reduction and clinical results in patients managed operatively within three weeks after the injury. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 78: 1632-1645 (1996)
54. Maurer C, Mergner T, Peterka R J: Multisensory control of human upright stance. *Experimental brain research*, 171: 231-250 (2006)
55. Maurischat C, Ehlebracht-König I, Kuhn A, Bullinger M: Structural validity of the Short Form 36 (SF-36) in patients with rheumatic diseases. *Zeitschrift für Rheumatologie*, 64: 255-264 (2005)
56. Mayo K A: Open reduction and internal fixation of fractures of the acetabulum. Results in 163 fractures. *Clinical orthopaedics and related research*, 305: 31-37 (1994)
57. Mayr E, Braun W, Kogl F, Ruter A: Approach-related results following acetabular fractures. *Der Orthopäde*, 26: 384-393 (1997)
58. McHorney C A, Ware J E, Jr, Raczek A E: The MOS 36-Item Short-Form Health Survey (SF-36): II. Psychometric and clinical tests of validity in measuring physical and mental health constructs. *Medical care*, 31: 247-263 (1993)
59. Mears D C, Fu F: External fixation in pelvic fractures. *The Orthopedic clinics of North America*, 11: 465-479 (1980)
60. Mears D C, Velyvis J H, Chang C P: Displaced acetabular fractures managed operatively: indicators of outcome. *Clinical orthopaedics and related research*, 407: 173-186 (2003)
61. Merle D'Aubigne R, Postel M: Functional Results of hip arthroplasty with acrylic prosthesis. *J Bone Joint Surgery*, 36-A: 451-476 (1954)

62. Metze M, Tiemann A H, Josten C: Male sexual dysfunction after pelvic fracture. *The Journal of trauma*, 63: 394-401 (2007)
63. Moed B R, Yu P H, Gruson K I: Functional outcomes of acetabular fractures. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 85-A: 1879-1883 (2003)
64. Nevitt M C, Cummings S R, Hudes E S: Risk factors for injurious falls: a prospective study. *Journal of gerontology*, 46: M164-70 (1991)
65. Nothofer W, Thonke N, Neugebauer R: Therapy of unstable sacrum fractures in pelvic ring fractures with dorsal sacrum distraction osteosynthesis. *Der Unfallchirurg*, 107: 118-127 (2004)
66. Palm H G, Brattinger F, Stegmueller B, Achatz G, Riesner H J, Friemert B: Effects of knee bracing on postural control after anterior cruciate ligament rupture. *The Knee*, 19: 664-671 (2012)
67. Palm H G, Laufer C, von Lubken F, Achatz G, Friemert B: Do meniscus injuries affect postural stability? *Der Orthopäde*, 39: 486-494 (2010)
68. Palm H G, Strobel J, Achatz G, von Luebken F, Friemert B: The role and interaction of visual and auditory afferents in postural stability. *Gait & posture*, 30: 328-333 (2009)
69. Panetta T, Sclafani S J, Goldstein A S, Phillips T F, Shaftan G W: Percutaneous transcatheter embolization for massive bleeding from pelvic fractures. *The Journal of trauma*, 25: 1021-1029 (1985)
70. Pohlemann T, Gansslen A: Treatment of pelvic injuries (1). *Zentralblatt für Chirurgie*, 126: 49-55 (2001)
71. Pohlemann T, Gansslen A, Schellwald O, Culemann U, Tscherne H: Outcome evaluation after unstable injuries of the pelvic ring. *Der Unfallchirurg*, 99: 249-259 (1996)
72. Pohlemann T, Tosounidis G, Bircher M, Giannoudis P, Culemann U: The German Multicentre Pelvis Registry: a template for an European Expert Network? *Injury*, 38: 416-423 (2007)

73. Pohlemann T, Tscherne H, Baumgartel F, Egbers H J, Euler E, Maurer F, Fell M, Mayr E, Quirini W W, Schlickewei W, Weinberg A: Pelvic fractures: epidemiology, therapy and long-term outcome. Overview of the multicenter study of the Pelvis Study Group. *Der Unfallchirurg*, 99: 160-167 (1996)
74. Rice J, Kaliszer M, Dolan M, Cox M, Khan H, McElwain J P: Comparison between clinical and radiologic outcome measures after reconstruction of acetabular fractures. *Journal of orthopaedic trauma*, 16: 82-86 (2002)
75. Rommens P, Wagner D, Hofmann A: Surgical management of osteoporotic pelvic fractures: a new challenge. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 38: 499-509 (2012)
76. Rommens P M, Broos P L, Vanderschot P: Preparation and technique for surgical treatment of 225 acetabulum fractures. 2 year results of 175 cases. *Der Unfallchirurg*, 100: 338-348 (1997)
77. Rommens P M, Hessmann M H: Acetabulum fractures. *Der Unfallchirurg*, 102: 591-610 (1999)
78. Rommens P M, Vanderschot P M, De Boodt P, Broos P L: Surgical management of pelvic ring disruptions. Indications, techniques and functional results. *Der Unfallchirurg*, 95: 455-462 (1992)
79. Rüter A, Trentz O, Wagner M: *Unfallchirurgie. Azetabulum*, Urban & Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore, S. 619-644 (1995)
80. Schiebler T H, Korf H: Becken und Beckenwände. *Anatomie*, 10. Auflage, Steinkopf Verlag, S. 320-325 (2007)
81. Schmidt R F, Lang F: Allgemeine und spezielle Sinnesphysiologie. *Physiologie des Menschen mit Pathophysiologie*, 30, Springer Medizin Verlag, Heidelberg, S. 273-436 (2007)
82. Schmitt R, Schindler G, Gay B, Brendel H, Riemenschneider J: Computerized tomography diagnosis of acetabulum fractures. *RoFo : Fortschritte auf dem Gebiete der Rontgenstrahlen und der Nuklearmedizin*, 146: 628-635 (1987)

83. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K: Prometheus Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem, 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, Thieme, Stuttgart, NewYork, S. 406-407, 471 (2007)
84. Senst W, Bida B: Expert assessment of pelvic injuries. Zentralblatt für Chirurgie, 125: 737-743 (2000)
85. Sherbourne C D, Stewart A L: The MOS social support survey. Social science & medicine (1982), 32: 705-714 (1991)
86. Siegmeth A, Mullner T, Kukla C, Vecsei V: Associated injuries in severe pelvic trauma. Der Unfallchirurg, 103: 572-581 (2000)
87. Strobel J: Reliabilitätsprüfung des Biodex Balance System. Med Dissertation, Universität Ulm (2009)
88. Strobel J, Spengler C, Stefanski M, Friemert B, Palm H G: Influence of bodily constitution and physical activity on postural stability. Sportverletzung Sportschaden: Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin, 25: 159-166 (2011)
89. Stuby F M, Schäffler A, Hass T, König B, Stöckle U, Freude T: Insuffizienzfrakturen des Beckenrings. Der Unfallchirurg, 116: 351-366 (2013)
90. Swash M, Fox K P: The effect of age on human skeletal muscle. Studies of the morphology and innervation of muscle spindles. Journal of the neurological sciences, 16: 417-432 (1972)
91. The Euro-Qol Group: EuroQol- a new facility for the measurement of health related quality of life. Health Policy, 16: 199-208 (1990)
92. Tibbs B M, Kopar P, Dente C J, Rozycki G S, Feliciano D V: Acetabular and isolated pelvic ring fractures: a comparison of initial assessment and outcome. The American Surgeon, 74: 538-541 (2008)
93. Tosounidis G, Wirbel R, Culemann U, Pohlemann T: Misinterpretation of anterior pelvic ring fractures in the elderly. Der Unfallchirurg, 109: 678-680 (2006)

94. Trentz O, Buhren V, Friedl H P: Pelvic injuries. *Der Chirurg; Zeitschrift für alle Gebiete der operativen Medizin*, 60: 639-648 (1989)
95. Trojan A, Nickel S, Amhof R, Bocken J: Social factors influencing participation in self-help groups or organisations--results from selected questions for the health monitor. *Gesundheitswesen (Bundesverband der Ärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (Germany))*, 68: 364-375 (2006)
96. Tscherne H, Pohlemann T, Gansslen A: Classification, staging, urgency and indications in pelvic injuries. *Zentralblatt für Chirurgie*, 125: 717-724 (2000)
97. Van Loon P, Kuhn S, Hofmann A, Hessmann M, Rommens P: Radiological analysis, operative management and functional outcome of open book pelvic lesions: a 13-year cohort study. *Injury*, 42: 1012-1019 (2011)
98. Vanderschot P: Treatment options of pelvic and acetabular fractures in patients with osteoporotic bone. *Injury*, 38: 497-508 (2007)
99. Ware J E et al: A 12-Item Short-Form Health Survey: construction of scales and preliminary tests of reliability and validity. *Medical Care*, 34(3):220-233: (1996)
100. Ware J, Kosinski M, Turner-Bowker D, Gandek B: How to score Version 2 of the SF-12® Health Survey (with a supplement documenting version 1). Lincoln, RI: QualityMetric Incorporated, (2002)
101. Ware J E, Jr, Kosinski M, Bayliss M S, McHorney C A, Rogers W H, Raczek A: Comparison of methods for the scoring and statistical analysis of SF-36 health profile and summary measures: summary of results from the Medical Outcomes Study. *Medical care*, 33: AS264-79 (1995)
102. Ware J E, Keller S D, Gandek B, Brazier J E, Sullivan M: Evaluating translations of health status questionnaires. Methods from the IQOLA project. *International Quality of Life Assessment. International Journal of Technology Assessment in Health Care*, 11: 525-551 (1995)
103. Watnik N F, Coburn M, Goldberger M: Urologic injuries in pelvic ring disruptions. *Clinical orthopaedics and related research*, 329: 37-45 (1996)

104. Weber K, Kohler H, Vock B, Wentzensen A: Quality of life after acetabulum and pelvic ring fractures. Correlation of long-term results with the "Injury Severity Score" (ISS). Der Orthopäde, 31: 582-586 (2002)
105. Wirbel R, Mutschler W: Verletzungen des Beckens. In: Mutschler W and Haas N P (Hrsg) Praxis der Unfallchirurgie, Thieme, Stuttgart, New York, S. 352-383 (2004)

# Anhang

## Abbildungsverzeichnis

|                                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1: Ventrale Ansicht des Beckenrings[83].....                                                                                                                                                                                                             | 2  |
| Abbildung 2: Pfeilereinteilung des Hüftbeins[83]. ....                                                                                                                                                                                                             | 4  |
| Abbildung 3: Mm. psoas major und iliacus und ihre Vereinigung zum M. iliopsoas[83] .....                                                                                                                                                                           | 5  |
| Abbildung 4: Klassifikation von Beckenringverletzungen[89] .....                                                                                                                                                                                                   | 7  |
| Abbildung 5: Klassifikation von Acetabulumfrakturen nach Letournel und Judet[17] .....                                                                                                                                                                             | 8  |
| Abbildung 6: Schematische Darstellung der Abläufe bei der posturalen Kontrolle [Eigene Darstellung]. ....                                                                                                                                                          | 12 |
| Abbildung 7: Graphische Darstellung der Zusammensetzungen der Studienteilnehmer und Nicht-Teilnehmer [Eigene Darstellung].....                                                                                                                                     | 17 |
| Abbildung 8: Formeln zur Berechnung der Stabilitätsindices[88].....                                                                                                                                                                                                | 18 |
| Abbildung 9: Biodex Balance System und ein vergrößerter Ausschnitt des Bildschirms während einer Messung[88].....                                                                                                                                                  | 19 |
| Abbildung 10: Geschlechterverteilung bei den Patienten mit Zustand nach (Z. n.) Beckenring- oder Acetabulumfraktur und den Kontrollprobanden. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. ....           | 26 |
| Abbildung 11: Vergleich der Altersstrukturen des Patientenkollektivs mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur und mit den Kontrollprobanden. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. .... | 27 |
| Abbildung 12: Geschlechterspezifische Altersstruktur der Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur im Vergleich. Die Daten wurden am                                                                                                           |    |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. .....                                                                                                                                                                                                                                                                    | 28 |
| Abbildung 13: Unfallmechanismen der 38 Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. .....                                                                                                                                          | 29 |
| Abbildung 14: Frakturverteilung des Patientenkollektivs mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. .....                                                                                                                                   | 31 |
| Abbildung 15: Peripelvine Begleitverletzungen des Patientenkollektivs mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. .....                                                                                                                     | 32 |
| Abbildung 16: Peripelvine Begleitverletzungen des Urogenitaltraktes des Patientenkollektivs mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. .....                                                                                               | 33 |
| Abbildung 17: Auftreten von Nervenverletzungen in Abhängigkeit vom Frakturtyp bei den Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. .....                                                                                           | 34 |
| Abbildung 18: Einnahmerhythmus von Schmerzmedikamenten bei dem Patientenkollektiv mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. .....                                                                                                         | 35 |
| Abbildung 19: Übersicht über die einzelnen Ergebnisse der körperlichen Summenskala und psychischen Summenskala des 12-Item Short Form Health Survey (SF-12)-Fragebogens bei den Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. ..... | 36 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 20: Graphische Darstellung der Ergebnisse der einzelnen Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur des Merle d'Aubigné Scores. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].                                                     | 40 |
| Abbildung 21: Darstellung der erreichten Punktzahlen beim Merle d'Aubigné Score bei den Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].                                                          | 41 |
| Abbildung 22: Vergleich der Beweglichkeit der Hüftgelenke zwischen der Frakturseite und der gesunden Seite bei Patient mit Acetabulumfrakturen (n=9) und kombinierten Beckenring- und Acetabulumfrakturen (n=6). Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben[Eigene Darstellung]. | 42 |
| Abbildung 23: Vergleich der Beweglichkeit der Hüftgelenke zwischen Frakturseite und gesunder Seite bei Patienten mit Typ C-Beckenringfrakturen (n=8). Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].                                                           | 43 |
| Abbildung 24: Vergleich der Beweglichkeit der Hüftgelenke zwischen Frakturseite und gesunder Seite bei Patienten mit Typ B-Beckenringfraktur (n=12). Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].                                                            | 44 |
| Abbildung 25: Vergleich der Beweglichkeit der Hüftgelenke zwischen rechter und linker Seite bei allen Kontrollprobanden (n=38). Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].                                                                                 | 45 |
| Abbildung 26: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 12 im beidbeinigen Stand für die Beckengruppe (n=37) und die Kontrollgruppe (n=38). Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung].                                                             | 47 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 27: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand für die Beckengruppe (n=37) und die Kontrollgruppe (n=38). Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. .....                                                                                            | 48 |
| Abbildung 28: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand für männliche Patienten der Beckengruppe (n=27) und männliche Probanden der Kontrollgruppe (n=22). Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. .....                                                    | 49 |
| Abbildung 29: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand für weibliche Patienten der Beckengruppe (n=10) und weibliche Probanden der Kontrollgruppe (n=16). Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. .....                                                    | 49 |
| Abbildung 30: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand für Patienten der Beckengruppe (n=20) und Kontrollprobanden (n=22), die zum Zeitpunkt der Untersuchung jünger als 40,5 Jahre sind. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. .....                    | 50 |
| Abbildung 31: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand für Patienten der Beckengruppe (n=17) und Kontrollprobanden (n=16), die zum Zeitpunkt der Untersuchung älter als 40,5 Jahre sind. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. .....                     | 51 |
| Abbildung 32: Vergleich der Frakturseite mit der gesunden Seite beim Overall Stability Index bei Level 8 bei Patienten mit Acetabulumfrakturen oder mit kombinierten Beckenring- und Acetabulumfrakturen (n=13) jeweils im einbeinigen Stand. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. ..... | 52 |
| Abbildung 33: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand für Patienten der Beckengruppe, die zum Zeitpunkt der Untersuchung jünger als 40,5 Jahre sind (n=20) und Patienten der Beckengruppe, die zum                                                                                                                      |    |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Zeitpunkt der Untersuchung älter als 40,5 Jahre sind (n=17). Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 53 |
| Abbildung 34: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand bei weiblichen (n=10) und männlichen Patienten (n=27) bei den Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. .....                                                                                                                                                                                      | 54 |
| Abbildung 35: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand bei Typ B Beckenringfrakturen (n=12), Typ C Beckenringfrakturen (n=10), isolierten Acetabulumfrakturen (n=8) und kombinierten Beckenring- und Acetabulumfrakturen (n=7) des Patientenkollektivs. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. .....                                                                                                                  | 55 |
| Abbildung 36: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand für Patienten mit keinen Schmerzen (n=20) und einigen oder extremen Schmerzen (n=17) der Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. .....                                                                                                                                                           | 56 |
| Abbildung 37: Chronische Schmerzen in Abhängigkeit vom Frakturtyp bei den Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. .....                                                                                                                                                                                                                                                                  | 57 |
| Abbildung 38: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand für Patienten mit keinen Schmerzen (n=20) und einigen oder extremen Schmerzen in Abhängigkeit vom Frakturtyp (Typ B Beckenringfraktur n=5, Typ C Beckenringfraktur n=3, Acetabulum n=6, Kombinierte Beckenring- und Acetabulumfraktur n=7) bei den Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. ..... | 58 |

Abbildung 39: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand bei Patienten mit begleitender Nervenverletzungen (n=17) und ohne begleitende Nervenverletzung (n=18) bei den Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. ..... 59

Abbildung 40: Vergleich der Overall Stability Indices für Level 8 im beidbeinigen Stand bei Patienten, die innerhalb von 35 Monaten nach operativer Versorgung untersucht wurden (n=22) und denen, die später als 35 Monate nach operativer Versorgung untersucht wurden (n=15) bei den Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. ..... 60

## ***Tabellenverzeichnis***

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1: Kraftskala nach British Medical Research Council[9] .....                                                                                                                                                                                                                                                                           | 22 |
| Tabelle 2: Durchschnittlich erreichte Werte bei der körperlichen Summenskala und der psychischen Summenskala bezogen auf die Frakturtypen der Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. .....                       | 37 |
| Tabelle 3: Durchschnittlich erreichte Werte bei der körperlichen Summenskala und der psychischen Summenskala bezogen auf das Geschlecht der Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. .....                         | 37 |
| Tabelle 4: Durchschnittlich erreichte Werte bei der körperlichen Summenskala und der psychischen Summenskala bezogen auf das Alter der Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. .....                              | 38 |
| Tabelle 5: Durchschnittlich erreichte Werte bei der körperlichen Summenskala und der psychischen Summenskala bezogen auf begleitende peripelvine Nervenläsionen der Patienten mit Zustand nach Beckenring- oder Acetabulumfraktur. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. ..... | 38 |
| Tabelle 6: Median, Minimum, Maximum und Konfidenzintervall für die Beckenpatienten unter 40,5 Jahren und über 40,5 Jahren. Die Daten wurden am Bundeswehrkrankenhaus Ulm im Zeitraum 2006 bis 2012 erhoben [Eigene Darstellung]. .....                                                                                                         | 53 |

# Fragebogen für die Nachuntersuchung

FRAGEBOGEN UNFALLCHIRURGISCHE FORSCHUNGSGRUPPE



## FRAGEBOGEN

### *Einfluss von operativ versorgten Beckenfrakturen auf die posturale Kontrolle*

Oberer Eselsberg 40  
89081 Ulm

AllgFapNr (+49) 7 31 / 17 10 - 0  
FapNrBw 90 59 26 - 88

[www.bundeswehrkrankenhaus-ulm.de](http://www.bundeswehrkrankenhaus-ulm.de)

Abteilung Unfallchirurgie / Orthopädie

Leitender Arzt:  
Oberarzt Prof. Dr. B. Friemert

Tel. (+49) 7 31 / 17 10 - 1901  
Fax (+49) 7 31 / 17 10 - 1008

[BwKrhsUlmInfo@bwb.org](mailto:BwKrhsUlmInfo@bwb.org)

BITTE FÜLLEN SIE DIE MARKIERTEN ZEILEN AUS ODER KREUZEN SIE DAS AU  
ZUTREFFENDEN FELD AN!

#### I. Allgemeine Fragen

##### 1. Probandendaten

Name:

Geburtsdag:

Anschrift:

Telefonnr:

##### 2. Datum der Nachuntersuchung

##### 3. Hauptversorgung

☐ operativ  
Datum der operativen Versorgung:

☐ konservativ

☐ Kontrolle

##### 4. Frakturlokalisation

☐ Beckenring

☐ Acetabulum

☐ Beckenring + Acetabulum

**5. Körpergröße und Gewicht**

Größe: \_\_\_\_\_ cm

Gewicht: \_\_\_\_\_ kg

**6. Leiden Sie an Erkrankungen, die Ihren Bewegungsapparat betreffen (z.B. Wirbelsäulenerkrankungen, Arthrose oder Osteoporose)?**

☐ Ja  
Welche?

☐ Nein

**7. Leiden Sie an Erkrankungen, die Ihr Gefäßsystem betreffen (z.B. Thrombose, pAVK oder Artherosklerose)?**

☐ Ja  
Welche?

☐ Nein

**8. Leiden Sie an Erkrankungen, die Ihre Augen (z.B. Fehlsichtigkeit, gestörte Motorik der Augenmuskulatur) oder Ohren (z.B. Schwerhörigkeit, Schwindel oder Tinnitus) betreffen?**

☐ Ja  
Welche?

☐ Nein

**9. Leiden Sie insbesondere an einer der folgenden Krankheiten?**

☐ Epilepsie

☐ M. Parkinson

☐ Schwindel

☐ Schlaganfall

☐ Diabetes mellitus

☐ Depression

☐ Inkontinenz

☐ Muskelschwäche

☐ Rheuma

☐ Flüssigkeitsmangel

☐ Bluthochdruck

☐ Demenz

☐ keine der aufgezählten Erkrankungen

**10. Leiden Sie an sonstigen Vorerkrankungen?**

☐ Ja  
Welche?

☐ Nein

**11. Nehmen Sie Schmerzmedikamente ein?**

☐ Ja

Wie oft?

☐ täglich

☐ mehrmals in der Woche

☐ ein Mal pro Woche

☐ 2-3 Mal pro Monat

☐ ein Mal pro Monat

☐ sehr selten

Welche?

☐ Nein

**12. Nehmen Sie sonstige Medikamente ein?**

☐ Ja

Wie viele?

Welche?

☐ Nein

**13. Hatten Sie jemals Unfälle, bei denen Sie sich Verletzungen zugezogen haben?  
(ausgenommen den Unfall, bei dem die Beckenfraktur entstanden ist)**

☐ Ja

Welche?

Kam es bei diesen Verletzungen zu Komplikationen bzw. Folgeschäden?

☐ Nein

## **II. Fragen bezüglich Begleitverletzungen bei der Beckenfraktur**

**1.1 Kam es bei Ihrer Beckenfraktur zu begleitenden Verletzungen des Urogenital-Traktes?**

☐ Ja  
Welche?

☐ Nein

**1.2 Leiden Sie unter Symptomen, die auf die Verletzungen des Urogenital-Traktes zurückzuführen sind?**

☐ Ja  
Welche?

- ☐ Erektile Dysfunktion (Störung der Erektionsfähigkeit)
- ☐ Miktionsstörung (Störung beim Wasserlassen)
- ☐ Störungen des Sphinkter Ani (Störungen beim Stuhlgang)
- ☐ Andere:

☐ Nein

**2.1 Kam es bei Ihrer Beckenfraktur zu begleitenden Verletzungen von Nerven?**

☐ Ja  
☐ Nein

**2.2 Leiden Sie unter Symptomen, die auf die Verletzungen der Nerven zurückzuführen sind?**

☐ Ja  
Welche?

- ☐ Sensibilitätsstörungen  
Wo?
- ☐ Motorische Störungen  
Welche?

☐ Nein

### **III. Fragen bezüglich des heutigen Gesundheitszustandes**

#### **1. SF-12**

**a) Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im Allgemeinen beschreiben?**

- ☐ ausgezeichnet
- ☐ sehr gut
- ☐ gut
- ☐ mässig
- ☐ schlecht

**b) Sind Sie eingeschränkt bei der Ausübung von mittelschweren Tätigkeiten, wie z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen?**

- ☐ Ja, stark eingeschränkt
- ☐ Ja, etwas eingeschränkt
- ☐ Nein, überhaupt nicht

**c) Sind Sie eingeschränkt beim Steigen von mehreren Treppenabsätzen?**

- ☐ Ja, stark eingeschränkt
- ☐ Ja, etwas eingeschränkt
- ☐ Nein, überhaupt nicht eingeschränkt

**d) Hatten Sie in der vergangenen Zeit aufgrund Ihrer körperlichen Gesundheit irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause?**

**d.1) „Ich habe weniger geschafft als ich wollte“**

- ☐ immer
- ☐ meistens
- ☐ manchmal
- ☐ selten
- ☐ nie

**d.2) „Ich konnte nur bestimmte Dinge tun“**

- ☐ immer
- ☐ meistens
- ☐ manchmal
- ☐ selten
- ☐ nie

**e) Hatten Sie in der vergangenen Zeit aufgrund *seelischer Probleme* irgendwelche Schwierigkeiten bei der Arbeit oder anderen alltäglichen Tätigkeiten im Beruf bzw. zu Hause (z.B. weil Sie sich niedergeschlagen oder ängstlich gefühlt haben)?**

**e.1) „Ich habe weniger geschafft als ich wollte“**

- ☐ immer
- ☐ meistens
- ☐ manchmal
- ☐ selten
- ☐ nie

**e.2) „Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten“**

- ☐ immer
- ☐ meistens
- ☐ manchmal
- ☐ selten
- ☐ nie

**f) Inwieweit haben Schmerzen Sie bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause um Beruf behindert?**

- ☐ überhaupt nicht
- ☐ ein bisschen
- ☐ mäßig
- ☐ ziemlich
- ☐ sehr

**g) Wie oft fühlten Sie in der vergangenen Zeit....**

**g.1) ...ruhig und gelassen?**

- ☐ immer
- ☐ meistens
- ☐ manchmal
- ☐ selten
- ☐ nie

**g.2) ...voller Energie?**

- ☐ immer
- ☐ meistens

☐ manchmal

☐ selten

☐ nie

**g.3) ...entmutigt und traurig?**

☐ immer

☐ meistens

☐ manchmal

☐ selten

☐ nie

**h) Wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelische Probleme Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?**

☐ immer

☐ meistens

☐ manchmal

☐ selten

☐ nie

## **2. EQ-5D**

### **a) Beweglichkeit/ Mobilität**

☐ Ich habe keine Probleme herumzugehen

☐ Ich habe einige Probleme herumzugehen

☐ Ich bin ans Bett gebunden

### **b) Für sich selbst sorgen**

☐ Ich habe keine Probleme für mich selbst zu sorgen

☐ Ich habe einige Probleme, mich selbst zu waschen oder mich anzuziehen

☐ Ich bin nicht in der Lage, mich selbst zu waschen oder anzuziehen

### **c) Allgemeine Tätigkeiten**

☐ Ich habe keine Probleme, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen

☐ Ich habe einige Probleme, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen

☐ Ich bin nicht in der Lage, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen

**d) Schmerzen/ körperliche Beschwerden**

- ☐ Ich habe keine Schmerzen oder Beschwerden
- ☐ Ich habe einige Schmerzen oder Beschwerden
- ☐ Ich habe extreme Schmerzen oder Beschwerden

**e) Angst/ Niedergeschlagenheit**

- ☐ Ich bin nicht ängstlich oder deprimiert
- ☐ Ich bin mäßig ängstlich oder deprimiert
- ☐ Ich bin ängstlich oder deprimiert

**f) Ihr heutiger Gesundheitszustand**

- ☐ sehr gut
- ☐ gut
- ☐ mäßig
- ☐ schlecht
- ☐ sehr schlecht

**3. Merle d'Aubigné**

**a) Schmerzen**

- ☐ intensiv und dauerhaft
- ☐ stark, sogar nachts
- ☐ stark beim Gehen mit Behinderung der Aktivität
- ☐ erträglich mit Einschränkungen
- ☐ gering beim Gehen, verschwindet in Ruhe
- ☐ gering und inkonstant, normale Aktivität
- ☐ keine Schmerzen

**b) Beweglichkeit**

- ☐ Ankylose in schlechter Hüftstellung
- ☐ keine Beweglichkeit, leichte Deformierung
- ☐ Flexion <40°
- ☐ Flexion 40-60°
- ☐ Flexion 60-80°, Patient kann seinen Fuß erreichen

☐ Flexion 80-90°, Abduktion mindestens 15°

☐ Flexion >90°, Abduktion über 30°

**c) Gehen**

☐ keine Gehfähigkeit

☐ nur mit 2 Gehstützen

☐ nur mit 2 Gehstöcken

☐ mit 1 Gehstock, weniger als 1 Stunde; sehr schwierig ohne Stütze

☐ lange Zeit mit 1 Gehstock; kurze Zeit ohne Stütze und mit Hinken

☐ ohne Gehstock aber mit leichtem Hinken

☐ normale Gehfähigkeit

#### **IV. Körperliche Untersuchung**

##### **1. AC ROM Hüfte**

###### **a) Hüftprothese nach Acetabulumfraktur**

☐ Ja

Datum der Hüftprothesen-Implantation:

☐ Nein

###### **b) Flexion rechts**

(0-140°,  
bei gebeugtem Knie)

###### **c) Flexion links**

###### **d) Extension rechts**

(-10-50°)

###### **e) Extension links**

###### **f) Außenrotation rechts**

(-40-40°)

###### **g) Außenrotation links**

###### **h) Innenrotation rechts**

(-40-40°)

###### **i) Innenrotation links**

###### **j) Abduktion rechts**

(-40-40°)

###### **k) Abduktion links**

###### **l) Adduktion rechts**

(-40-40°)

###### **m) Adduktion links**

###### **n) Prozent Gegenseite**

☐ <50%

☐ 50-59%

☐ 60-69%

☐ 70-79%

☐ 80-84%

☐ 85-100%

###### **o) Beinlängendifferenz**

☐ links gegenüber rechts um \_\_\_\_\_cm verkürzt

☐ rechts gegenüber links um \_\_\_\_\_cm verkürzt

Ausgleich der Beinlängendifferenz durch:

- ☐ Einlagen
- ☐ Absatz-/ Schuherhöhung
- ☐ Sonstiges:
- ☐ kein Ausgleich

☐ keine Beinlängendifferenz

**p) Beckengeradstand**

- ☐ orthograde Ausrichtung des Beckens
  - ☐ Beckenschiefstand
- Ursache:

**2. Neurologie**

**2.1 Reflexe**

**a) Patellarsehnenreflex (L2-4)**

**rechts**

- ☐ normale Reflexantwort
- ☐ nur schwache, sichtbare motorische Antwort
- ☐ nicht auslösbare Reflexantwort
- ☐ gesteigerte Reflexantwort

**links**

- ☐ normale Reflexantwort
- ☐ nur schwache, sichtbare motorische Antwort
- ☐ nicht auslösbare Reflexantwort
- ☐ gesteigerte Reflexantwort

**b) Achillessehnenreflex (L5-S2)**

**rechts**

- ☐ normale Reflexantwort
- ☐ nur schwache, sichtbare motorische Antwort
- ☐ nicht auslösbare Reflexantwort
- ☐ gesteigerte Reflexantwort

**links**

- ☐ normale Reflexantwort
- ☐ nur schwache, sichtbare motorische Antwort
- ☐ nicht auslösbare Reflexantwort
- ☐ gesteigerte Reflexantwort

**2.2 Sensibilität**

**a) Gestörte Sensibilität im Bereich von...**

**rechts**

- ☐ L1
- ☐ L2
- ☐ L3
- ☐ L4

**links**

- ☐ L1
- ☐ L2
- ☐ L3
- ☐ L4

☐ L5

☐ S1

☐ S2

☐ Sensibilität erhalten

☐ L5

☐ S1

☐ S2

☐ Sensibilität erhalten

**b) 2-Punkt-Diskrimination an der Großzehe  
(durchschnittlich 12-15mm)**

rechts \_\_\_\_\_ mm

links \_\_\_\_\_ mm

**c) Lasegué-Zeichen**

☐ positiv bei \_\_\_\_\_ °

☐ negativ

**d) Bragard-Zeichen**

☐ positiv bei \_\_\_\_\_ °

☐ negativ

### **3. Kraft**

#### **3.1 Fußheber**

rechts

☐ 0/ 5

☐ 1/ 5

☐ 2/ 5

☐ 3/ 5

☐ 4/ 5

☐ 5/ 5

links

☐ 0/ 5

☐ 1/ 5

☐ 2/ 5

☐ 3/ 5

☐ 4/ 5

☐ 5/ 5

#### **3.2 Fußsenker**

rechts

☐ 0/ 5

☐ 1/ 5

☐ 2/ 5

☐ 3/ 5

☐ 4/ 5

☐ 5/ 5

links

☐ 0/ 5

☐ 1/ 5

☐ 2/ 5

☐ 3/ 5

☐ 4/ 5

☐ 5/ 5

**3.3 Kniebeuger  
rechts**

☐ 0/ 5

☐ 1/ 5

☐ 2/ 5

☐ 3/ 5

☐ 4/ 5

☐ 5/ 5

**links**

☐ 0/ 5

☐ 1/ 5

☐ 2/ 5

☐ 3/ 5

☐ 4/ 5

☐ 5/ 5

**3.4 Kniestrecker  
rechts**

☐ 0/ 5

☐ 1/ 5

☐ 2/ 5

☐ 3/ 5

☐ 4/ 5

☐ 5/ 5

**links**

☐ 0/ 5

☐ 1/ 5

☐ 2/ 5

☐ 3/ 5

☐ 4/ 5

☐ 5/ 5

## **V. Fragen bezüglich der Selbsteinschätzung des Gleichgewichtsgefühls**

### **1. Standbein des Probanden**

- ☐ rechts
- ☐ links
- ☐ Einbeinstand nicht möglich

### **2. Wie war Ihr subjektives Gleichgewichtsgefühl auf der „Balance-Plattform“ im Einbeinstand?**

- ☐ Ich habe mich sehr sicher gefühlt
- ☐ Ich habe mich etwas unsicher gefühlt, konnte aber dennoch das Gleichgewicht halten
- ☐ Ich habe mich sehr unsicher gefühlt und konnte das Gleichgewicht nicht halten

### **3. Wie war Ihr subjektives Gleichgewichtsgefühl auf der „Balance-Plattform“ im Zweibeinstand?**

- ☐ Ich habe mich sehr sicher gefühlt
- ☐ Ich habe mich etwas unsicher gefühlt, konnte aber dennoch das Gleichgewicht halten
- ☐ Ich habe mich sehr unsicher gefühlt und konnte das Gleichgewicht nicht halten

### **4. Wie würden Sie Ihr Gleichgewichtsgefühl im Alltag einschätzen?**

- ☐ Ich fühle mich sehr sicher
- ☐ Ich fühle mich meistens sicher
- ☐ Ich fühle mich eher unsicher
- ☐ Ich fühle mich meistens unsicher und habe das Gefühl das Gleichgewicht nicht halten zu können

### **5. Sind Sie in den letzten 12 Monaten gestürzt?**

- ☐ Ja  
Ursache für Ihren Sturz?

- ☐ Nein

## Auswertung des Hüftscore nach Merle d'Aubigné

Erklärung gemäß der Spaltenreihenfolge: Untergruppen, Beschreibung, Punktwerte

|                     |                                                                  |   |
|---------------------|------------------------------------------------------------------|---|
| <b>Schmerzen</b>    | Intensiv und dauerhaft                                           | 0 |
|                     | Stark, sogar nachts                                              | 1 |
|                     | stark beim Gehen mit Behinderung der Aktivität                   | 2 |
|                     | erträglich mit Einschränkungen                                   | 3 |
|                     | gering beim Gehen, verschwindet in Ruhe                          | 4 |
|                     | gering und inkonstant, normale Aktivität                         | 5 |
|                     | keine Schmerzen                                                  | 6 |
| <b>Mobilität</b>    | Ankylose in schlechter Hüftstellung                              | 0 |
|                     | keine Beweglichkeit, leichte Deformierung                        | 1 |
|                     | Flexion < 40°                                                    | 2 |
|                     | Flexion 40 – 60°                                                 | 3 |
|                     | Flexion 60 – 80°, Patient kann seinen Fuß erreichen              | 4 |
|                     | Flexion 80 – 90°, Abduktion mindestens 15°                       | 5 |
|                     | Flexion > 90°, Abduktion über 30°                                | 6 |
| <b>Gehfähigkeit</b> | keine Gehfähigkeit                                               | 0 |
|                     | nur mit 2 Gehstützen                                             | 1 |
|                     | nur mit 2 Gehstöcken                                             | 2 |
|                     | mit 1 Gehstock, weniger als 1 Stunde; sehr schwierig ohne Stütze | 3 |
|                     | lange Zeit mit 1 Gehstock; kurze Zeit ohne Stütze und mit Hinken | 4 |
|                     | ohne Gehstock, aber mit leichtem Hinken                          | 5 |
|                     | normale Gehfähigkeit                                             | 6 |

## Fragebogen der AG Becken III der DGU

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |

|                                                            |                         |
|------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <b>Multicenter : DGU Becken Nachkontrolle (02.03.2010)</b> |                         |
| <b>Generell</b> (mandatory)                                |                         |
| <b>Notizen</b> (string)                                    |                         |
| (string)                                                   |                         |
| (string)                                                   |                         |
| <b>1. Datum der Nachuntersuchung</b> (date)                |                         |
| dd.mm.yyyy                                                 |                         |
| <b>2. Datum Hauptversorgung (OP od. kons.)</b> (date)      |                         |
| dd.mm.yyyy                                                 |                         |
| <b>3. Lokalisation</b> (single)                            |                         |
| Beckenring                                                 | Beckenring + Acetabulum |
| Acetabulum                                                 |                         |
| <b>Studymarker</b> (multiple)                              |                         |
| Ja                                                         |                         |
| <b>4. Untersuchungszeitpunkt</b> (single)                  |                         |
| vor Eingriff                                               | 7 Jahre nach Eingriff   |
| 6 Wochen nach Eingriff                                     | 8 Jahre nach Eingriff   |
| 3 Monate nach Eingriff                                     | 9 Jahre nach Eingriff   |
| 6 Monate nach Eingriff                                     | 10 Jahre nach Eingriff  |
| 9 Monate nach Eingriff                                     | 11 Jahre nach Eingriff  |
| 1 Jahr nach Eingriff                                       | 12 Jahre nach Eingriff  |
| 2 Jahre nach Eingriff                                      | 13 Jahre nach Eingriff  |
| 3 Jahre nach Eingriff                                      | 14 Jahre nach Eingriff  |
| 4 Jahre nach Eingriff                                      | 15 Jahre nach Eingriff  |
| 5 Jahre nach Eingriff                                      | >15 Jahre nach Eingriff |
| 6 Jahre nach Eingriff                                      |                         |
| <b>5. Status Nachuntersuchung</b> (single)                 |                         |
| Nachuntersuchung durchgeführt                              | Patient verstorben      |
| Patient lehnt ab                                           | keine Rückmeldung       |
| <b>Benennen Sie Todesjahr</b> (integer)                    |                         |
| Min: 1950 - Max: 2050                                      |                         |

|                                                                                                                        |                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>6. Primäre Therapie</b> <i>(single)</i>                                                                             |                                     |
| ja                                                                                                                     | nein                                |
| <b>Kommentare / Bemerkungen</b> <i>(string)</i>                                                                        |                                     |
| Min: 1950 - Max: 2050                                                                                                  |                                     |
| <b>SF-12</b> <i>(hidden)</i>                                                                                           |                                     |
| <b>SF-12 Physical Functioning Score (PF)</b> <i>(real)</i>                                                             |                                     |
| Min: 1950 - Max: 2050                                                                                                  |                                     |
| <b>SF-12 Role-physical Score (RP)</b> <i>(real)</i>                                                                    |                                     |
| Min: 1950 - Max: 2050                                                                                                  |                                     |
| <b>SF-12 Bodily Pain Score (BP)</b> <i>(real)</i>                                                                      |                                     |
| Min: 1950 - Max: 2050                                                                                                  |                                     |
| <b>SF-12 General Health Score (GH)</b> <i>(real)</i>                                                                   |                                     |
| Min: 1950 - Max: 2050                                                                                                  |                                     |
| <b>SF-12 Vitality Score (VT)</b> <i>(real)</i>                                                                         |                                     |
| Min: 1950 - Max: 2050                                                                                                  |                                     |
| <b>SF-12 Social Functioning Score (SF)</b> <i>(real)</i>                                                               |                                     |
| Min: 1950 - Max: 2050                                                                                                  |                                     |
| <b>SF-12 Role Emotional Score (RE)</b> <i>(real)</i>                                                                   |                                     |
| Min: 1950 - Max: 2050                                                                                                  |                                     |
| <b>SF-12 Mental Health Score (MH)</b> <i>(real)</i>                                                                    |                                     |
| Min: 1950 - Max: 2050                                                                                                  |                                     |
| <b>SF-12 Physical Component Summary Score</b> <i>(real)</i>                                                            |                                     |
| Min: 1950 - Max: 2050                                                                                                  |                                     |
| <b>SF-12 Mental Component Summary Score</b> <i>(real)</i>                                                              |                                     |
| Min: 1950 - Max: 2050                                                                                                  |                                     |
| <b>1. Wie würden Sie Ihren Gesundheitszustand im allgemeinen beschreiben?</b> <i>(single)</i>                          |                                     |
| ausgezeichnet                                                                                                          | mässig                              |
| sehr gut                                                                                                               | schlecht                            |
| gut                                                                                                                    |                                     |
| <b>2.a. Mittelschwere Tätigkeiten, z.B. einen Tisch verschieben, staubsaugen, kegeln, Golf spielen</b> <i>(single)</i> |                                     |
| ja, stark eingeschränkt                                                                                                | nein, überhaupt nicht eingeschränkt |
| ja, etwas eingeschränkt                                                                                                |                                     |
| <b>2.b. mehrere Treppenabsätze steigen</b> <i>(single)</i>                                                             |                                     |
| ja, stark eingeschränkt                                                                                                | nein, überhaupt nicht eingeschränkt |
| ja, etwas eingeschränkt                                                                                                |                                     |
| <b>3.a. Ich habe weniger geschafft als ich wollte</b> <i>(single)</i>                                                  |                                     |
| immer                                                                                                                  | selten                              |
| meistens                                                                                                               | nie                                 |
| manchmal                                                                                                               |                                     |
| <b>3.b. Ich konnte nur bestimmte Dinge tun</b> <i>(single)</i>                                                         |                                     |
| immer                                                                                                                  | selten                              |
| meistens                                                                                                               | nie                                 |
| manchmal                                                                                                               |                                     |

|                                                                                                                                                                                              |                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>4.a. Ich habe weniger geschafft als ich wollte</b> <i>(single)</i>                                                                                                                        |                                                                        |
| immer                                                                                                                                                                                        | selten                                                                 |
| meistens                                                                                                                                                                                     | nie                                                                    |
| manchmal                                                                                                                                                                                     |                                                                        |
| <b>4.b. Ich konnte nicht so sorgfältig wie üblich arbeiten</b> <i>(single)</i>                                                                                                               |                                                                        |
| immer                                                                                                                                                                                        | selten                                                                 |
| meistens                                                                                                                                                                                     | nie                                                                    |
| manchmal                                                                                                                                                                                     |                                                                        |
| <b>5. ...inwieweit haben die Schmerzen Sie bei der Ausübung Ihrer Alltagstätigkeiten zu Hause und im Beruf behindert?</b> <i>(single)</i>                                                    |                                                                        |
| überhaupt nicht                                                                                                                                                                              | ziemlich                                                               |
| ein bißchen                                                                                                                                                                                  | sehr                                                                   |
| mäßig                                                                                                                                                                                        |                                                                        |
| <b>6.a. ...ruhig und gelassen?</b> <i>(single)</i>                                                                                                                                           |                                                                        |
| immer                                                                                                                                                                                        | selten                                                                 |
| meistens                                                                                                                                                                                     | nie                                                                    |
| manchmal                                                                                                                                                                                     |                                                                        |
| <b>6.b. ...voller Energie?</b> <i>(single)</i>                                                                                                                                               |                                                                        |
| immer                                                                                                                                                                                        | selten                                                                 |
| meistens                                                                                                                                                                                     | nie                                                                    |
| manchmal                                                                                                                                                                                     |                                                                        |
| <b>6.c. ...entmutigt und traurig?</b> <i>(single)</i>                                                                                                                                        |                                                                        |
| immer                                                                                                                                                                                        | selten                                                                 |
| meistens                                                                                                                                                                                     | nie                                                                    |
| manchmal                                                                                                                                                                                     |                                                                        |
| <b>7. ...wie häufig haben Ihre körperliche Gesundheit oder seelischen Probleme Ihre Kontakte zu anderen Menschen (Besuche bei Freunden, Verwandten usw.) beeinträchtigt?</b> <i>(single)</i> |                                                                        |
| immer                                                                                                                                                                                        | selten                                                                 |
| meistens                                                                                                                                                                                     | nie                                                                    |
| manchmal                                                                                                                                                                                     |                                                                        |
| <b>EQ-SD</b> <i>(hidden)</i>                                                                                                                                                                 |                                                                        |
| <b>Score</b> <i>(real)</i>                                                                                                                                                                   |                                                                        |
| Min: 1950 - Max: 2050                                                                                                                                                                        |                                                                        |
| <b>1. Beweglichkeit / Mobilität</b> <i>(single)</i>                                                                                                                                          |                                                                        |
| Ich habe keine Probleme herunterzugehen                                                                                                                                                      | Ich bin ans Bett gebunden                                              |
| Ich habe einige Probleme herunterzugehen                                                                                                                                                     |                                                                        |
| <b>2. Für sich selbst sorgen</b> <i>(single)</i>                                                                                                                                             |                                                                        |
| Ich habe keine Probleme, für mich selbst zu sorgen                                                                                                                                           | Ich bin nicht in der Lage, mich selbst zu waschen oder anzuziehen      |
| Ich habe einige Probleme, mich selbst zu waschen oder mich anzuziehen                                                                                                                        |                                                                        |
| <b>3. Allgemeine Tätigkeiten</b> <i>(single)</i>                                                                                                                                             |                                                                        |
| Ich habe keine Probleme, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen                                                                                                                         | Ich bin nicht in der Lage, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen |
| Ich habe einige Probleme, meinen alltäglichen Tätigkeiten nachzugehen                                                                                                                        |                                                                        |

|                                                                  |                                                                  |
|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <b>4. Schmerzen / körperliche Beschwerden</b> <i>(single)</i>    |                                                                  |
| Ich habe keine Schmerzen oder Beschwerden                        | Ich habe extreme Schmerzen oder Beschwerden                      |
| Ich habe einige Schmerzen oder Beschwerden                       |                                                                  |
| <b>5. Angst / Niedergeschlagenheit</b> <i>(single)</i>           |                                                                  |
| Ich bin nicht ängstlich oder deprimiert                          | Ich bin extrem ängstlich oder deprimiert                         |
| Ich bin mässig ängstlich oder deprimiert                         |                                                                  |
| <b>6. Ihr heutiger Gesundheitszustand</b> <i>(real)</i>          |                                                                  |
| Min: 0 - Max: 100                                                |                                                                  |
| <b>Merle d Aubigné</b> <i>(hidden)</i>                           |                                                                  |
| <b>Score nach Merle d Aubigné</b> <i>(real)</i>                  |                                                                  |
| Min: 0 - Max: 100                                                |                                                                  |
| <b>1. Schmerzen</b> <i>(single)</i>                              |                                                                  |
| intensiv und dauerhaft                                           | gering beim Gehen; verschwindet in Ruhe                          |
| stark, sogar nachts                                              | gering und inkonstant; normale Aktivität                         |
| stark beim Gehen mit Behinderung der Aktivität                   | kein Schmerz                                                     |
| erträglich mit Einschränkung                                     |                                                                  |
| <b>2. Beweglichkeit</b> <i>(single)</i>                          |                                                                  |
| Ankylose in schlechter Hüftstellung                              | Flexion 60 - 80°, Patient kann seinen Fuss erreichen             |
| Keine Beweglichkeit, leichte Deformierung                        | Flexion 80 - 90°, Abduktion mindestens 15°                       |
| Flexion <40°                                                     | Flexion >90°, Abduktion ab 30°                                   |
| Flexion 40 - 60°                                                 |                                                                  |
| <b>3. Gehen</b> <i>(single)</i>                                  |                                                                  |
| keine Gehfähigkeit                                               | lange Zeit mit 1 Gehstock; kurze Zeit ohne Stütze und mit Hinken |
| nur mit 2 Gehstöcken                                             | ohne Gehstock aber mit leichtem Hinken                           |
| nur mit 2 Gehstöcken                                             | normale Gehfähigkeit                                             |
| mit 1 Gehstock, weniger als 1 Stunde; sehr schwierig ohne Stütze |                                                                  |
| <b>Visual analog scale (Schmerzen)</b> <i>(hidden)</i>           |                                                                  |
| <b>1. Schmerzintensität, Skala 0 - 10</b> <i>(real)</i>          |                                                                  |
| Min: 0 - Max: 10                                                 |                                                                  |
| <b>Kommentare in Bezug auf Schmerzbewertung</b> <i>(string)</i>  |                                                                  |
| Min: 0 - Max: 10                                                 |                                                                  |
| <b>AC ROM Hüfte</b> <i>(hidden)</i>                              |                                                                  |
| <b>1. Hüftprothese nach Acetabulumfraktur</b> <i>(single)</i>    |                                                                  |
| ja                                                               | nein                                                             |
| <b>2. Datum Hüftprothesen-Implantation</b> <i>(date)</i>         |                                                                  |
| dd.mm.yyyy                                                       |                                                                  |
| <b>3. Flexion rechts</b> <i>(integer)</i>                        |                                                                  |
| Min: 0 - Max: 140                                                |                                                                  |
| <b>4. Flexion links</b> <i>(integer)</i>                         |                                                                  |
| Min: 0 - Max: 140                                                |                                                                  |
| <b>5. Extension rechts</b> <i>(integer)</i>                      |                                                                  |
| Min: -10 - Max: 50                                               |                                                                  |

|                                                     |  |         |
|-----------------------------------------------------|--|---------|
| 6. Extension links <i>(integer)</i>                 |  |         |
| Min: -10 - Max: 50                                  |  |         |
| 7. Aussenrotation rechts <i>(integer)</i>           |  |         |
| Min: -40 - Max: 40                                  |  |         |
| 8. Aussenrotation links <i>(integer)</i>            |  |         |
| Min: -40 - Max: 40                                  |  |         |
| 9. Innenrotation rechts <i>(integer)</i>            |  |         |
| Min: -40 - Max: 40                                  |  |         |
| 10. Innenrotation links <i>(integer)</i>            |  |         |
| Min: -40 - Max: 40                                  |  |         |
| 11. Abduktion rechts <i>(integer)</i>               |  |         |
| Min: -40 - Max: 40                                  |  |         |
| 12. Abduktion links <i>(integer)</i>                |  |         |
| Min: -40 - Max: 40                                  |  |         |
| 13. Adduktion rechts <i>(integer)</i>               |  |         |
| Min: -40 - Max: 40                                  |  |         |
| 14. Adduktion links <i>(integer)</i>                |  |         |
| Min: -40 - Max: 40                                  |  |         |
| 15. Prozent Gegenseite <i>(single)</i>              |  |         |
| <50%                                                |  | 70-79%  |
| 50-59%                                              |  | 80-94%  |
| 60-69%                                              |  | 100-95% |
| <b>Röntgen Beckenring <i>(hidden)</i></b>           |  |         |
| 1. Diastase Symphyse (in mm) <i>(integer)</i>       |  |         |
| Min: 0 - Max: 99                                    |  |         |
| 2. Dislokation Symphyse cc (in mm) <i>(integer)</i> |  |         |
| Min: -10 - Max: 99                                  |  |         |
| 3. max. Disl. Pubis ap (in mm) <i>(integer)</i>     |  |         |
| Min: -10 - Max: 99                                  |  |         |
| 4. max. Disl. Pubis cc (in mm) <i>(integer)</i>     |  |         |
| Min: -10 - Max: 99                                  |  |         |
| 5. max. Disl. dorsal ap (in mm) <i>(integer)</i>    |  |         |
| Min: -10 - Max: 99                                  |  |         |
| 6. max. Disl. dorsal cc (in mm) <i>(integer)</i>    |  |         |
| Min: -10 - Max: 99                                  |  |         |
| 7. Ossifikation BR <i>(single)</i>                  |  |         |
| ja                                                  |  | nein    |
| 8. Osteomyelitis BR <i>(single)</i>                 |  |         |
| ja                                                  |  | nein    |
| 9. Pseudarthrose dorsal <i>(single)</i>             |  |         |
| ja                                                  |  | nein    |
| 10. Pseudarthrose ventral <i>(single)</i>           |  |         |
| ja                                                  |  | nein    |

|                                                                                          |  |                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Röntgen Acetabulum</b> <i>(hidden)</i>                                                |  |                                                                                                                |
| <b>16. Brooker rechts</b> <i>(single)</i>                                                |  |                                                                                                                |
| keine                                                                                    |  | Knochensporne, Abstand <1cm                                                                                    |
| Knocheninseln in den Weichteilen                                                         |  | Ankylose                                                                                                       |
| Knochensporne, Abstand >1cm                                                              |  |                                                                                                                |
| <b>17. Brooker links</b> <i>(single)</i>                                                 |  |                                                                                                                |
| keine                                                                                    |  | Knochensporne, Abstand <1cm                                                                                    |
| Knocheninseln in den Weichteilen                                                         |  | Ankylose                                                                                                       |
| Knochensporne, Abstand >1cm                                                              |  |                                                                                                                |
| <b>18. Coxarthrose rechts</b> <i>(single)</i>                                            |  |                                                                                                                |
| normales Gelenk                                                                          |  | mäßige Osteophytenbildung und / oder Sklerosierung und / oder Gelenkspaltverschmälerung und / oder Inkongruenz |
| geringe Osteophytenbildung und / oder Sklerosierung und / oder Gelenkspaltverschmälerung |  | subchondrale Zysten und / oder Subluxation und / oder Kopfnekrose                                              |
| <b>19. Coxarthrose links</b> <i>(single)</i>                                             |  |                                                                                                                |
| normales Gelenk                                                                          |  | mäßige Osteophytenbildung und / oder Sklerosierung und / oder Gelenkspaltverschmälerung und / oder Inkongruenz |
| geringe Osteophytenbildung und / oder Sklerosierung und / oder Gelenkspaltverschmälerung |  | subchondrale Zysten und / oder Subluxation und / oder Kopfnekrose                                              |
| <b>20. HKN rechts</b> <i>(single)</i>                                                    |  |                                                                                                                |
| Rö / MRT / Szinti unauffällig                                                            |  | Rö: subchondrale Fraktur, Abflachung des Kopfes                                                                |
| Szinti und / oder MRT positiv                                                            |  | Gelenkspaltverschmälerung und / oder Sklerose des Acetabulums                                                  |
| Rö: Sklerose / Osteoporose                                                               |  |                                                                                                                |
| <b>21. HKN links</b> <i>(single)</i>                                                     |  |                                                                                                                |
| Rö / MRT / Szinti unauffällig                                                            |  | Rö: subchondrale Fraktur, Abflachung des Kopfes                                                                |
| Szinti und / oder MRT positiv                                                            |  | Gelenkspaltverschmälerung und / oder Sklerose des Acetabulums                                                  |
| Rö: Sklerose / Osteoporose                                                               |  |                                                                                                                |
| <b>Neurologie</b> <i>(hidden)</i>                                                        |  |                                                                                                                |
| <b>1. Nervenschaden</b> <i>(single)</i>                                                  |  |                                                                                                                |
| kein Nervenschaden                                                                       |  | nichtbehindernde motorische Störung oder kein Verlust der Schutzsensibilität                                   |
| leichte Sensibilitätsstörungen, subjektiv nicht störend                                  |  | behindernde motorische / sensible Störungen mit Verlust der Schutzsensibilität                                 |
| <b>2. Ischiadicusschaden rechts</b> <i>(single)</i>                                      |  |                                                                                                                |
| ja                                                                                       |  | nein                                                                                                           |
| <b>3. Ischiadicusschaden links</b> <i>(single)</i>                                       |  |                                                                                                                |
| ja                                                                                       |  | nein                                                                                                           |
| <b>Urologie</b> <i>(hidden)</i>                                                          |  |                                                                                                                |
| <b>1. Symptome</b> <i>(single)</i>                                                       |  |                                                                                                                |
| ja                                                                                       |  | nein                                                                                                           |
| <b>2. Erektile Dysfunktion</b> <i>(single)</i>                                           |  |                                                                                                                |
| ja                                                                                       |  | nicht zutreffend (feminin)                                                                                     |
| nein                                                                                     |  |                                                                                                                |
| <b>3. Miktionsstörung</b> <i>(single)</i>                                                |  |                                                                                                                |
| ja                                                                                       |  | nein                                                                                                           |

|                                                                                                                         |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>4. Störung Sphinkter Ani (single)</b>                                                                                |                       |
| ja                                                                                                                      | nein                  |
| <b>BSFI (hidden)</b>                                                                                                    |                       |
| <b>Score (real)</b>                                                                                                     |                       |
| Min: -10 - Max: 99                                                                                                      |                       |
| <b>1.a.. An wieviel Tagen hatten Sie sexuelles Verlangen? (single)</b>                                                  |                       |
| nie                                                                                                                     | an den meisten Tagen  |
| an wenigen Tagen                                                                                                        | fast jeden Tag        |
| manchmal                                                                                                                |                       |
| <b>1.b.. Wie hoch würden Sie Ihr sexuelles Verlangen einschätzen? (single)</b>                                          |                       |
| keines                                                                                                                  | mittel-Hoch           |
| wenig                                                                                                                   | hoch                  |
| mittel                                                                                                                  |                       |
| <b>2.a.. Wie oft hatten sie eine Teil- oder Vollerektion während sexueller Stimulation? (single)</b>                    |                       |
| nie                                                                                                                     | meistens              |
| ein paar mal                                                                                                            | immer                 |
| ziemlich häufig                                                                                                         |                       |
| <b>2.b.. Als Sie eine Erektion hatten, wie oft war die Erektion ausreichend um sexuellen Verkehr zu haben? (single)</b> |                       |
| nie                                                                                                                     | meistens              |
| ein paar mal                                                                                                            | immer                 |
| ziemlich häufig                                                                                                         |                       |
| <b>2.c.. Wie oft hatten Sie Schwierigkeiten eine Erektion zu bekommen? (single)</b>                                     |                       |
| keine Erektion                                                                                                          | wenig Schwierigkeiten |
| grosse Schwierigkeiten                                                                                                  | keine Schwierigkeiten |
| einige Schwierigkeiten                                                                                                  |                       |
| <b>3.a.. Wie oft hatten Sie Schwierigkeiten eine Ejakulation bei sexueller Stimulation zu bekommen? (single)</b>        |                       |
| keine sexuelle Stimulation                                                                                              | wenig Schwierigkeiten |
| grosse Schwierigkeiten                                                                                                  | keine Schwierigkeiten |
| einige Schwierigkeiten                                                                                                  |                       |
| <b>3.b.. Wie gross war nach Ihrer Ansicht die Menge des Samenergusses ein Problem für Sie? (single)</b>                 |                       |
| hatte keinen Samenerguss                                                                                                | kleines Problem       |
| grosses Problem                                                                                                         | kein Problem          |
| mittleres Problem                                                                                                       |                       |
| <b>4.a.. In welchem Ausmass war das Fehlen von sexuellem Verlangen ein Problem für Sie? (single)</b>                    |                       |
| gross                                                                                                                   | sehr wenig            |
| mittel                                                                                                                  | kein Problem          |
| wenig                                                                                                                   |                       |
| <b>4.b.. In welchem Ausmass war es für Sie ein Problem eine Erektion zu bekommen und zu erhalten? (single)</b>          |                       |
| gross                                                                                                                   | sehr wenig            |

mittel  
wenig

kein Problem

|                                                                                                             |                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <b>4.c.. In welchem Ausmass war es für Sie ein Problem eine Ejakulation zu bekommen?</b> <i>(single)</i>    |                    |
| gross                                                                                                       | sehr wenig         |
| mittel                                                                                                      | kein Problem       |
| wenig                                                                                                       |                    |
| <b>5. Wie waren Sie alls in allem mit Ihrem Sexualleben zufrieden?</b> <i>(single)</i>                      |                    |
| sehr unzufrieden                                                                                            | meistens zufrieden |
| meistens unzufrieden                                                                                        | sehr zufrieden     |
| neutral oder gemischt                                                                                       |                    |
| <b>BFLUTS</b> <i>(hidden)</i>                                                                               |                    |
| <b>BFLUTS-FS</b> <i>(real)</i>                                                                              |                    |
| Min: -10 ~ Max: 99                                                                                          |                    |
| <b>BFLUTS-VS</b> <i>(real)</i>                                                                              |                    |
| Min: -10 ~ Max: 99                                                                                          |                    |
| <b>BFLUTS-IS</b> <i>(real)</i>                                                                              |                    |
| Min: -10 ~ Max: 99                                                                                          |                    |
| <b>BFLUTS-sex</b> <i>(real)</i>                                                                             |                    |
| Min: -10 ~ Max: 99                                                                                          |                    |
| <b>BFLUTS-QoL</b> <i>(real)</i>                                                                             |                    |
| Min: -10 ~ Max: 99                                                                                          |                    |
| <b>F1. Wie oft müssen Sie während der Nacht im Durchschnitt zum Wasserlassen aufstehen?</b> <i>(single)</i> |                    |
| Nie                                                                                                         | 3                  |
| 1                                                                                                           | 4                  |
| 2                                                                                                           |                    |
| <b>F2. Müssen Sie bei Harndrang zur Toilette hasten?</b> <i>(single)</i>                                    |                    |
| Nie                                                                                                         | Die meiste Zeit    |
| Gelegentlich                                                                                                | Immer              |
| Manchmal                                                                                                    |                    |
| <b>F3. Haben Sie Blasenschmerzen?</b> <i>(single)</i>                                                       |                    |
| Nie                                                                                                         | Die meiste Zeit    |
| Gelegentlich                                                                                                | Immer              |
| Manchmal                                                                                                    |                    |
| <b>F4. Wie oft müssen Sie tagsüber Wasserlassen?</b> <i>(single)</i>                                        |                    |
| Alle 4 Stunden oder seltener                                                                                | Alle 2 Stunden     |
| Alle 3 Stunden                                                                                              | Stündlich          |
| <b>V1. Kommt es zu einer Verzögerung, bevor Sie Wasserlassen können?</b> <i>(single)</i>                    |                    |
| Nie                                                                                                         | Die meiste Zeit    |
| Gelegentlich                                                                                                | Immer              |
| Manchmal                                                                                                    |                    |
| <b>V2. Müssen Sie pressen um Wasserlassen zu können?</b> <i>(single)</i>                                    |                    |
| Nie                                                                                                         | Die meiste Zeit    |
| Gelegentlich                                                                                                | Immer              |
| Manchmal                                                                                                    |                    |

|                                                                                                                                                                               |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>V3. Müssen Sie mehr als einmal stoppen und wieder starten während des Wasserlassens?</b><br>(single)                                                                       |                 |
| Nie                                                                                                                                                                           | Die meiste Zeit |
| Gelegentlich                                                                                                                                                                  | Immer           |
| Manchmal                                                                                                                                                                      |                 |
| <b>I1. Lassen Sie unwillkürlich Wasser auf dem Weg zur Toilette?</b> (single)                                                                                                 |                 |
| Nie                                                                                                                                                                           | Die meiste Zeit |
| Gelegentlich                                                                                                                                                                  | Immer           |
| Manchmal                                                                                                                                                                      |                 |
| <b>I2. Wie oft lassen Sie unwillkürlich Wasser?</b> (single)                                                                                                                  |                 |
| Nie                                                                                                                                                                           | Einmal an Tag   |
| Einmal oder weniger pro Woche                                                                                                                                                 | Öfters an Tag   |
| Zwei- oder dreimal pro Woche                                                                                                                                                  |                 |
| <b>I3. Lassen Sie unwillkürlich Wasser, wenn Sie sich körperlich anstrengen, sich aufregen, husten oder niesen?</b> (single)                                                  |                 |
| Nie                                                                                                                                                                           | Die meiste Zeit |
| Gelegentlich                                                                                                                                                                  | Immer           |
| Manchmal                                                                                                                                                                      |                 |
| <b>I4. Lassen Sie unwillkürlich Wasser von sich ohne offensichtlichen Grund oder ohne Harndrang?</b> (single)                                                                 |                 |
| Nie                                                                                                                                                                           | Die meiste Zeit |
| Gelegentlich                                                                                                                                                                  | Immer           |
| Manchmal                                                                                                                                                                      |                 |
| <b>I5. Lassen Sie unwillkürlich Wasser von sich während Sie schlafen?</b> (single)                                                                                            |                 |
| Nie                                                                                                                                                                           | Die meiste Zeit |
| Gelegentlich                                                                                                                                                                  | Immer           |
| Manchmal                                                                                                                                                                      |                 |
| <b>S1. In welchem Ausmass meinen Sie ist Ihr Sexualleben aufgrund Ihrer Probleme mit dem Wasserlassen allgemein beeinträchtigt?</b> (single)                                  |                 |
| Überhaupt nicht                                                                                                                                                               | Ein bisschen    |
| Ein wenig                                                                                                                                                                     | Viel            |
| <b>S2. Lassen Sie unwillkürlich Wasser von sich während des Sexualverkehrs?</b> (single)                                                                                      |                 |
| Überhaupt nicht                                                                                                                                                               | Ab und zu       |
| Manchmal, aber selten                                                                                                                                                         | Oft             |
| <b>QoL1. Müssen Sie Ihre Kleidung aufgrund des unwillkürlichen Wasserlassens während des Tages wechseln?</b> (single)                                                         |                 |
| Nie                                                                                                                                                                           | Die meiste Zeit |
| Gelegentlich                                                                                                                                                                  | Immer           |
| Manchmal                                                                                                                                                                      |                 |
| <b>QoL2. Müssen Sie Ihre tägliche Trinkmenge reduzieren, damit sich Ihr unwillkürliches Einnässen reduziert, und Sie alle Sachen machen können, die Sie möchten?</b> (single) |                 |
| Nie                                                                                                                                                                           | Die meiste Zeit |
| Gelegentlich                                                                                                                                                                  | Immer           |
| Manchmal                                                                                                                                                                      |                 |
| <b>QoL3. In welchem Ausmass hat Sie Ihr unwillkürliches Einnässen gezwungen, die tägliche</b>                                                                                 |                 |

Beschäftigung daraufhin anzupassen (z.B. beim Putzen, Heben usw.)? *(single)*

Überhaupt nicht

Ab und zu

Manchmal, aber selten

Oft

|                                                                                                                                                                                  |                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>QoL4. Vermeiden Sie Orte oder Situationen, wenn Sie wissen, dass keine Toilette in der Nähe ist (z.B. beim Einkaufen, Reisen, im Theater, in der Kirche)?</b> <i>(single)</i> |                  |
| Nie                                                                                                                                                                              | Die meiste Zeit  |
| Gelegentlich                                                                                                                                                                     | Immer            |
| Manchmal                                                                                                                                                                         |                  |
| <b>QoL5. Wie sehr beeinträchtigen Ihre Probleme mit dem Einnässen Ihr Leben im Allgemeinen?</b> <i>(single)</i>                                                                  |                  |
| Keine Probleme                                                                                                                                                                   | Häufige Probleme |
| Wenige Probleme                                                                                                                                                                  | Grosse Probleme  |

# Lebenslauf

## PERSÖNLICHE DATEN

Name: Anna Schnegelberger  
Geburtstag: 12. Oktober 1985  
Geburtsort: Karaganda/ Kasachstan

## SCHULISCHE AUSBILDUNG

09/1992 - 07/1996      Grundschule, Friedrich-Ebert-Schule in Baunatal  
09/1996 - 06/2005      Abitur an der Georg-Christoph-Lichtenberg-Schule in Kassel

## MEDIZINISCHE AUSBILDUNG

10/2008-05/2015      Studium der Humanmedizin an der Universität Ulm  
08/2010      Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung  
04/2014      Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung  
05/2015      Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

## BERUFLICHE TÄTIGKEIT

Seit 07/2015      Assistenzärztin der Abteilung Medizinische Klinik I  
(Innere Medizin) der Kliniken Heidenheim