

Diplomarbeit

**Verkehrsunfälle bei PatientInnen mit Morbus
Parkinson**

eingereicht von

Lucian Kean Faramond Fink

Geb.Dat.: 11.09.1988

zur Erlangung des akademischen Grades

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

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Universitätsklinik für Neurologie

unter der Anleitung von

**Univ. Prof. DDr. C. N. Homann, PhD und
Dr. med. univ. P. Puchwein**

Eidesstattliche Erklärung

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

Graz, am 21. Feb. 2014

Lucian Fink

Vorwort

Verkehrsunfälle und deren Folgen wurden lange Zeit von gesundheitspolitischer und sozioökonomischer Sicht aus nicht behandelt, obwohl die individuellen Schäden und wirtschaftlichen Kosten, die dabei entstehen als eine große Last für die Gesellschaft als Ganzes zu betrachten sind. Nicht nur die hohe Inzidenz an Todesfällen, welche aufgrund von Verkehrsunfällen zu verzeichnen sind, sondern auch die enormen Ausgaben, die dabei für das Gesundheitswesen entstehen, haben solch eine Tragweite, dass seit kurzer Zeit der Fokus immer mehr auf die Erforschung und Vermeidung von Verkehrsunfällen gerichtet wird [Jacobs *et al.*, 2000]. So haben Organisationen wie die WHO, die Vereinten Nationen und die Europäische Union [UN 2010] sich als Ziel gesetzt, Verkehrsunfälle mehr in den wissenschaftlichen Fokus zu rücken, um die Verkehrssicherheit zu verbessern und sowohl die persönlichen Tragödien, die stets mit einem Verkehrsunfall (VU) einhergehen, zu vermindern, als auch die wirtschaftliche Belastung für das Gesundheitssystem zu reduzieren.

Ein weiteres, erst rezent international Beachtung findendes Thema, sind die rasch ansteigenden Kosten aufgrund der demographisch bedingt zunehmenden Pflegebedürftigkeit von älteren Menschen in Zusammenhang mit neurodegenerativen Erkrankungen [Gururaj *et al.*, 2008]. Die hier vorliegende Arbeit setzt sich deswegen mit diesem Thema auseinander und konzentriert sich speziell auf Personen, welche an einem Parkinson-Syndrom leiden. Die Parkinson'sche Krankheit ist eine der häufigsten neurodegenerativen Erkrankungen. Kenntnisse über Verletzungen aus Verkehrsunfällen bei dieser wachsenden Gruppe von besonders vulnerablen Personen ist gerade deshalb von großer Bedeutung, weil ParkinsonpatientInnen nicht nur Gefahr laufen an einem VU beteiligt zu sein, sondern deren Mobilität aufgrund ihrer Erkrankung schon so eingeschränkt ist, sodass weitere Abstriche hinsichtlich der Fortbewegung im öffentlichen Raum ihre Bewegungsfreiheit und Lebensqualität enorm beeinträchtigen würden. In dieser hier vorgestellten Arbeit sollen die vielschichtigen Probleme, welchen Parkinson-PatientInnen als VerkehrsteilnehmerInnen ausgesetzt sind, kritisch betrachtet werden.

Danksagungen

Mein größter Dank gilt meinen Eltern, *Gabi und Gottfried*, durch die ich nicht nur eine wunderbare Kindheit und Erziehung genossen habe, sondern die mir auch das Mensch-Sein an sich und das Leben näher gebracht haben, wodurch ich mit ihrer Unterstützung stets besonnen meinem Glück nachstreben konnte. Ebenso ein großer Dank gilt meinem Bruder *Marlon*, der mein Leben lang eine wichtige Stütze und ein großes Vorbild für mich war und stets ist, und mir in allen Lebenslagen beizustehen wusste. Desweiteren möchte ich mich bei meiner restlichen *Familie* bedanken, die mich in jeglicher Hinsicht immer ermutigten und unterstützten.

Bedanken möchte ich mich auch bei *Resi* und *Orkan*, die mir die gesamte Studienzeit versüßten, mich immer anspornten und in denen ich Freunde fürs Leben gefunden habe.

Hinsichtlich dieser Arbeit möchte ich mich bei Frau *Dr. Gerit Wünsch* bedanken, die mir mit der Zusammenstellung der benötigten Daten mühsame Arbeit und viel Zeit erspart hat. Des Weiteren geht ein großes Dankeschön an *Dr. Paul Puchwein*, durch dessen Anregungen diese Arbeit eines ihrer Hauptwerkzeuge erlangte – den Injury Severity Score – und durch dessen Hilfe ich dieses auch schnell einzusetzen gelernt habe.

Besonderer und ausführlicher Dank in dieser Arbeit gilt natürlich meinem Betreuer *Prof. Carl Nikolaus Homann*, der mir dieses Thema zur Verfügung gestellt und mich geduldig und ausführlich in das wissenschaftliche Arbeiten eingeführt hat, in dem er mir nicht nur fachliche Ratschläge gegeben hat, sondern mir auch die verschiedenen Programme, welche für die Erstellung dieser Arbeit notwendig waren, erklärte und mir beibrachte diese zu benutzen. Mit seiner stets freundlichen und hilfsbereiten Art, seiner breitgefächerten Expertise und der Freude an seiner Arbeit, ist er nicht nur fachlich, sondern auch menschlich ein Vorbild für mich geworden.

Zusammenfassung

HINTERGRUND: Aufgrund der vielseitigen motorischen und nicht-motorischen Symptome, welche mit einem Parkinson-Syndrom (IPS) einhergehen, sind gerade diese PatientInnen, welche an solch einer Erkrankung leiden, gefährdet an verschiedenen Arten von Verkehrsunfällen (VU) beteiligt zu sein. Aus diesem Grund haben IPS-PatientInnen ein höheres Risiko, Einbußen in ihrer persönlichen Freiheit zu erfahren und damit wichtige Aspekte ihrer Lebensqualität zu verlieren.

FRAGESTELLUNG: Das Ziel der Studie war, die Prävalenz und Inzidenz von schweren Verkehrsunfällen bei IPS-PatientInnen zu erforschen, und diese mit PatientInnen, welche an rheumatoider Arthritis (RA) leiden, und älteren Kontrollpersonen zu vergleichen. Zusätzlich wurden die Verletzungsmuster und die Verletzungsschweregrade der StudienteilnehmerInnen erhoben und zwischen den verschiedenen Gruppen verglichen.

METHODE: Retrospektive Erhebung des Krankheitsverlaufes von verunfallten, unfallchirurgisch stationär über einen Zeitraum von 10 Jahren am Universitätsklinikum Graz aufgenommenen IPS-PatientInnen, RA-PatientInnen sowie alters- und geschlechtsgematchedten KontrollpatientInnen ohne RA-oder IPS. Die Verletzungen wurden vier verschiedenen Körperregionen zugeteilt und mittels des Injury Severity Score (ISS) wurde der Schweregrad der Verletzungen berechnet.

ERGEBNISSE: 18 IPS-PatientInnen, 173 ältere Kontrollpersonen und keine RA-PatientInnen wurden in den letzten zehn Jahren aufgrund eines schweren Verkehrsunfalls stationär an der Universitätsklinik für Unfallchirurgie Graz aufgenommen. IPS-PatientInnen wurden signifikant häufiger aufgrund VU-bedingter Verletzungen stationär aufgenommen als gesunde Kontrollpersonen ($p < 0,001$). Sie zogen sich speziell bei der Benutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln ($p = 0,057$) und bei Autounfällen ($p = 0,003$) häufiger Verletzungen zu als Kontrollpersonen im selben Alter. Bezüglich der Verletzungsschwere und dem Verletzungsmuster gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

ZUSAMMENFASSUNG: Da IPS-PatientInnen signifikant häufiger an schweren VU beteiligt sind als andere Populationsgruppen im selben Alter, und hier, vor allem bei der

Benützung öffentlicher Verkehrsmittel, sollte die wissenschaftliche Untersuchung auf alle Verkehrsmodi ausgedehnt werden. Das Ziel wäre sicherheitserhöhende Maßnahmen für alle Verkehrsmodi, nicht nur für private Kraftfahrzeuge, zu entwickeln, um IPS-PatientInnen die Möglichkeit zu geben, möglichst lange unfallfrei und aktiv am Verkehr teilnehmen zu können.

Abstract

BACKGROUND: Due to manifold motor and non-motor symptoms, which are associated with Parkinson's disease (PD), patients who suffer from PD are more likely to be involved in a great diversity of road accidents. As consequence they are at risk to lose their individual mobility and thereby an important aspect of their quality of life.

OBJECTIVES: The aim of this study was to investigate the prevalence and incidence of severe road accidents in patients with PD compared to patients with rheumatoid arthritis (RA) and elderly controls without PD and RA. Furthermore, the patterns and severity of injuries were ascertained and compared between these groups.

METHODS: Retrospective ascertainment of clinical records of patients with and without PD and/or RA, who were involved in a road accident and admitted during the last ten years to the trauma center of the Medical University Graz. The injuries were assigned to four different body-regions and the severity was calculated with the Injury Severity Score (ISS).

RESULTS: 18 PD-patients, no RA-patients and 173 elderly controls were involved in a severe road accident during the last ten years. Patients with PD were significantly more often involved in a road accident with severe injuries than healthy controls ($p < 0,001$). In particular, they were injured more frequently in public transports ($p = 0,057$), and during car accidents ($p = 0,003$) than healthy controls of the same age group. However, there were no significant differences with regards to patterns and severity of injuries.

CONCLUSION: Because patients with PD are significantly more often involved in severe road accidents and thereby in particular when they use cars or public transports, it is important to develop preventive actions for the safe use of these modes of transports in order to keep a certain level of mobility, and thus, secure a certain quality of life and at the same time to guarantee their own safety and that of the other traffic participants.

Inhaltsverzeichnis

<i>Vorwort</i>	<i>iii</i>
<i>Danksagungen</i>	<i>iv</i>
<i>Zusammenfassung</i>	<i>v</i>
<i>Abstract</i>	<i>vii</i>
<i>Inhaltsverzeichnis</i>	<i>viii</i>
<i>Abkürzungen und deren Erklärungen</i>	<i>xi</i>
<i>Abbildungsverzeichnis</i>	<i>xii</i>
<i>Tabellenverzeichnis</i>	<i>xiii</i>
<i>A. Einleitung</i>	<i>1</i>
1. Idiopathisches Parkinson-Syndrom (IPS).....	<i>4</i>
1.1. Klassifikation von Parkinson-Syndromen	<i>7</i>
1.2. Bedeutung von Mobilität und Verkehr bei IPS-PatientInnen.....	<i>9</i>
1.3. Spezifische motorische Symptome, die zu Unfällen führen.....	<i>11</i>
1.3.1. <i>Bradykinese</i>	<i>12</i>
1.3.1.1. Motorblockaden.....	<i>13</i>
1.3.1.2. <i>Posturale Instabilität</i>	<i>15</i>
1.3.1.3. <i>Tremor</i>	<i>16</i>
1.3.1.4. <i>Rigor</i>	<i>17</i>
1.4. Spezifische nicht-motorische Symptome, die zu Unfällen führen	<i>18</i>
1.4.1. <i>Sensorische Probleme</i>	<i>19</i>
1.4.2. <i>Kognitive Verhaltensauffälligkeiten</i>	<i>20</i>
1.4.2.1. Kognitive Defizite und Psychosen	<i>21</i>
1.4.2.2. Depression und Angststörung.....	<i>22</i>
1.4.3. <i>Störungen des autonomen Nervensystems</i>	<i>24</i>
1.4.3.1. Orthostatische Hypotension.....	<i>24</i>
1.4.3.2. Schlafstörungen	<i>24</i>
1.4.3.3. Exzessive Tagesschläfrigkeit.....	<i>25</i>
1.5. Beitrag der Parkinsontherapie zu Verkehrsunfällen	<i>26</i>
1.5.1. <i>Medikamentöse Parkinsontherapie</i>	<i>26</i>
1.5.2. <i>Tiefe Hirnstimulation und deren Einfluss auf Unfälle</i>	<i>28</i>
2. Rheumatoide Arthritis	<i>29</i>
2.1. Spezifische Symptome, die zu Verkehrsunfällen beitragen	<i>29</i>
3. Zweck der Studie	<i>32</i>
4. Hypothesen der Studie.....	<i>33</i>
<i>B. Personen und Methoden</i>	<i>35</i>
1. Personen	<i>35</i>
1.1. IPS-PatientInnen	<i>35</i>
1.1.1. <i>Einschlusskriterien</i>	<i>35</i>
1.1.2. <i>Ausschlusskriterien</i>	<i>35</i>
1.1.3. <i>Rekrutierung der IPS-PatientInnen</i>	<i>35</i>
1.2. Rheumatoide Arthritis-PatientInnen.....	<i>36</i>
1.2.1. <i>Einschlusskriterien</i>	<i>36</i>
1.2.2. <i>Ausschlusskriterien</i>	<i>36</i>
1.2.3. <i>Rekrutierung der rheumatoiden Arthritis-PatientInnen</i>	<i>36</i>
1.3. Gesunde Kontrollpersonen	<i>37</i>
1.3.1. <i>Einschlusskriterien</i>	<i>37</i>
1.3.2. <i>Ausschlusskriterien</i>	<i>37</i>
1.3.3. <i>Rekrutierung der Kontrollpersonen</i>	<i>37</i>
2. Methoden	<i>38</i>
2.1. Verletzungsschweregrade.....	<i>38</i>

2.1.1.	<i>Injury Severity Score (ISS)</i>	38
2.1.2.	<i>Anzahl der Behandlungstage</i>	40
2.1.3.	<i>Operationsbedarf, Intensivpflichtigkeit und Outcome</i>	40
2.2.	Verletzungsmuster	40
3.	Statistische Analyse	41
3.1.	Korrelationen	41
3.2.	Chi-Quadrat-Test	41
3.3.	U-Test nach Mann und Whitney	41
C.	<i>Ergebnisse</i>	42
1.	Demographische Daten	42
1.1.	Demographische Daten aller PatientInnen	42
1.2.	Demographische Daten der IPS-Gruppe	42
1.3.	Demographische Daten der rheumatoiden Arthritis-Gruppe	45
1.4.	Demographische Daten der Nicht-IPS-Gruppe	45
1.5.	Demographische Daten der gematchedten PatientInnen	47
2.	VU-Verletzungsprävalenz	49
2.1.	Anteil der VU-bedingten Verletzungen an den Gesamtverletzungen	49
2.2.	Relative Häufigkeit der VU-bedingten Verletzungen als Anteil der Gesamtpopulation	50
3.	Verkehrsunfallsmodi	51
3.1.	Verkehrsunfallsmodi der IPS-Gruppe	51
3.2.	Verkehrsunfallsmodi der Nicht-IPS-Gruppe	51
3.3.	Verkehrsunfallsmodi der gematchedten PatientInnen	51
3.4.	Gruppenvergleich der Verkehrsunfallsmodi zwischen IPS- und Nicht-IPS- Gruppe	52
4.	Verletzungsschwere	54
4.1.	Verletzungsschweregrade der IPS-PatientInnen	54
4.2.	Verletzungsschweregrade der Kontrollgruppe	56
4.3.	Vergleich beider Gruppen anhand der Verletzungsschweregrade	59
5.	Verletzungsmuster	62
5.1.	Verletzungsmuster der IPS-PatientInnen	62
5.2.	Verletzungsmuster der Kontrollgruppe	63
5.3.	Gruppenvergleich der Verletzungsmuster	64
D.	<i>Diskussion</i>	66
1.	VU-Verletzungsprävalenz	66
1.1.	Anteil der VU-bedingten Verletzungen an den Gesamtverletzungen	66
1.2.	Relative Häufigkeit der VU-bedingten Verletzungen als Anteil der Gesamtpopulation	67
1.2.1.	<i>Unfallhäufigkeit von IPS-PatientInnen bei Kfz-Benutzung</i>	67
1.2.2.	<i>Unfallhäufigkeit von IPS-PatientInnen bei Benutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln</i>	68
1.2.3.	<i>Unfallhäufigkeit von IPS-PatientInnen bei Benutzung von anderen Verkehrsmitteln</i>	69
2.	Schweregrad der Verletzungen	69
3.	Verkehrsunfallsmodi	70
4.	Verletzungsmuster	71
E.	<i>Bedeutung unserer Ergebnisse und mögliche Implikationen</i>	72
1.	Die Auswirkung von Verletzungen nach Verkehrsunfällen	72
1.1.	Auswirkungen von verminderter Mobilität im Alter	73
1.2.	Eingeschränkte Mobilität bei IPS-PatientInnen	74
2.	Erhöhung der Verkehrssicherheit von IPS-PatientInnen	75

2.1.	Beurteilung der Fahrtauglichkeit von IPS-PatientInnen.....	75
2.1.1.	<i>Klassische Parkinsonbewertungsskalen</i>	75
2.1.2.	<i>Sehtests und Beurteilung der dreidimensionalen Raumwahrnehmung</i>	76
2.1.3.	<i>Neuropsychologische Tests</i>	77
2.1.4.	<i>Fahrtauglichkeitsprüfungen bei IPS-PatientInnen</i>	79
2.2.	Erhöhung der Sicherheit bei BenutzerInnen öffentlicher Verkehrsmittel	80
2.2.1.	<i>Erkennen der Ursachen von Stürzen in öffentlichen Verkehrsmitteln</i>	80
2.2.2.	<i>Verminderung der Auswirkungen von Verletzungen nach Stürzen in öffentlichen Verkehrsmitteln</i>	81
2.2.3.	<i>Körperliche Beeinträchtigungen</i>	81
2.2.4.	<i>Psychische Beeinträchtigungen</i>	82
2.3.	Präventionsmaßnahmen	82
F.	<i>Stärken und Schwächen der Studie</i>	83
1.	Schwächen der Studie.....	83
2.	Stärken der Studie.....	85
G.	<i>Zusammenfassung</i>	86
H.	<i>Literaturverzeichnis</i>	88
	<i>Anhang -Projektplan</i>	98

Abkürzungen und deren Erklärungen

AIS	Abbreviated Injury Scale
CBD	Cortikobasale Degeneration
EMG	Elektromyographie
EPMS	Extrapyramidalmotorisches System
FOG	Freezing of Gait
H&Y-Stadium	Hoehn & Yahr Stadium
IPS	Idiopathisches Parkinson-Syndrom
ISS	Injury Severity Score
Kfz	Kraftfahrzeug
Ko	Kontrollgruppe
LBD	Demenz vom Lewy-Körperchen-Typ
L-Dopa	Levodopa
LKH	Landeskrankenhaus
MAO-B-Hemmer	Monoaminoxidase-B-Hemmer
MSA	Multiple-System-Atrophie
NMDA-Rezeptor	N-Methyl-D-Aspartat-Rezeptor
N-IPS	Kein idiopathisches Parkinson-Syndrom
N-VU	Kein Verkehrsunfall
OE	Obere Extremität
PD	Parkinson's Disease
PFC	Präfrontaler Kortex
PKW	Personenkraftwagen
PSP	Progressive supranukleäre Blickparese
RA	Rheumatoide Arthritis
REM-Schlafstörung	Rapid Eye Movement-Schlafstörung
ROCF	Rey-Osterrieth Complex Figure Test
SPECT	Einzelphotonen-Emissionscomputertomographie
UE	Untere Extremität
UPDRS	Unified Parkinson's Disease Rating Scale
VU	Verkehrsunfall

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Durchschnittsalter der Parkinson-Gruppe nach Geschlecht.....	44
Abbildung 2: Durchschnittsalter der Parkinson-Gruppe nach Geschlecht.....	44
Abbildung 3: Durchschnittsalter der N-IPS Gruppe nach Geschlecht	46
Abbildung 4: Geschlechterverteilung der N-IPS Gruppe.....	46
Abbildung 5: Art der Verkehrsmodi, getrennt nach Gruppen	48
Abbildung 6: Anteil der Verkehrsunfälle (VU) bei stationären Patienten mit und ohne IPS.	49
Abbildung 7: Relative Häufigkeit der VU-bedingten Verletzungen als Anteil der Gesamtpopulation.	50
Abbildung 8: Gruppenvergleich der Verkehrsmodi zwischen IPS- und Nicht-IPS-Gruppe.	53
Abbildung 9: ISS-Werte der Parkinson-Gruppe nach Geschlecht	54
Abbildung 10: Aufenthaltsdauer der Parkinson-Gruppe nach Geschlecht.....	55
Abbildung 11: Operations-Anzahl, getrennt nach Geschlecht in der Parkinson-Gruppe....	55
Abbildung 12: ISS-Werte der Kontrollgruppe, getrennt nach Geschlecht.....	57
Abbildung 13: Aufenthaltsdauer der Kontrollgruppe, getrennt nach Geschlecht	57
Abbildung 14: Operations-Anzahl, getrennt nach Geschlecht in der Kontrollgruppe	58
Abbildung 15: Gruppenvergleich der ISS-Werte, getrennt nach Geschlecht.....	59
Abbildung 16: Gruppenvergleich der Aufenthaltsdauer, getrennt nach Geschlecht	60
Abbildung 17: Operations-Anzahl der verschiedenen Gruppen, getrennt nach Geschlecht	60
Abbildung 18: Zusammenhang zwischen ISS-Mittelwert und stattgefundenen Operationen innerhalb beider Gruppen	61
Abbildung 19: Prozentuelle Verteilung der Verletzungen an den vier verschiedenen Körperregionen, getrennt nach Geschlecht in der Parkinson-Gruppe	62
Abbildung 20: Prozentuelle Verteilung der Verletzungen an den vier verschiedenen Körperregionen, getrennt nach Geschlecht in der Kontrollgruppe.	63
Abbildung 21: Prozentuelle Verteilung der Verletzungen bei den weiblichen Studienteilnehmerinnen.	64
Abbildung 22: Prozentuelle Verteilung der Verletzungen bei den männlichen Studienteilnehmern.....	65
Abbildung 23: Pelli-Robson-Chart.....	76
Abbildung 24: Rey-Osterrieth Complex Figure Test (Quelle: http://www.archimedes-lab.org/Rey_test.html)	77
Abbildung 25: Trail Making Test B	78

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispiel zur Berechnung des ISS	39
Tabelle 2: AIS-Bewertung.....	39
Tabelle 3: Charakteristika der verunfallten IPS-PatientInnen.....	43
Tabelle 4: Charakteristika der alters- und geschlechtsgematchten IPS- und Kontrollgruppe.	48
Tabelle 5: Anteil der Verkehrsunfälle bei stationären Patienten mit und ohne IPS.....	49
Tabelle 6: Relative Häufigkeit der VU-bedingten Verletzungen als Anteil der Gesamtpopulation.....	50
Tabelle 7: Gruppenvergleich der Verkehrsmodi zwischen IPS- und Nicht-IPS-Gruppe....	52
Tabelle 8: Prozentuelle Verteilung der Verletzungen an den vier verschiedenen Körperregionen, getrennt nach Geschlecht in der IPS-Gruppe.....	62
Tabelle 9: Prozentuelle Verteilung der Verletzungen, getrennt nach Geschlecht in der Kontrollgruppe.....	63
Tabelle 10a: Prozentuelle Verteilung der Verletzungen an den vier verschiedenen Körperregionen im Gruppenvergleich.....	64
Tabelle 10b: Prozentuelle Verteilung der Verletzungen an den vier verschiedenen Körperregionen im Gruppenvergleich.....	65

A. Einleitung

Mit der demographischen Veränderung hin zu einem ansteigenden Prozentsatz einer älteren Bevölkerung, ist die Aufrechterhaltung von Mobilität und körperlicher Bewegung älterer Menschen eines der Hauptziele der Gesundheitsförderung geworden. Im Alter mobil zu bleiben soll neben dem Fortbestehen sozialer Kontakte und der Erhaltung psychologischen Wohlbefindens durch diese sozialen Interaktionen auch einen positiven Einfluss auf die Gesundheit haben. Gute Mobilität und körperliche Bewegung werden als positive Einflussfaktoren für unser Wohlbefinden und unsere körperliche Fitness angesehen und sollen außerdem die Häufigkeit des Auftretens von chronischen Erkrankungen reduzieren [Oxley *et al.*, 2008].

Das Idiopathische Parkinson-Syndrom (IPS) ist eine progrediente neurodegenerative Erkrankung des Zentralnervensystems, mit einer Vielzahl von motorischen und nicht-motorischen Symptomen, die zu einer zunehmenden Behinderung der betroffenen PatientInnen führt. Die Inzidenz und Prävalenz vom IPS steigt mit zunehmendem Alter und es ist zu erwarten, dass mit der prognostizierten Zunahme des Anteils der älteren Bevölkerungsgruppe auch die Anzahl der IPS-PatientInnen massiv zunehmen wird; gleichzeitig werden sich damit auch jährlich, sowohl die direkten als auch indirekten sozioökonomischen Kosten, welche mit dieser Erkrankung assoziiert sind, weiterhin stetig erhöhen. Wenn man beachtet, dass allein in den USA die Population der über 65-Jährigen bis zum Jahr 2040 von 35 Millionen auf 80 Millionen ansteigen soll [United States Census Bureau, 2008], ist es klar, dass man sich auf Grund dessen mit den dabei entstehenden Kosten des Gesundheitswesens und den Ressourcen, die diesem zur Verfügung stehen, näher auseinandersetzen muss.

Von allen neurodegenerativen Erkrankungen ist speziell das IPS mit einer signifikanten ökonomischen Belastung, sowohl für die PatientInnen, als auch für die Gesellschaft, assoziiert. Über einen Zeitraum von 8 Jahren, von 1992 bis 2000, haben Medicare-Versicherte mit IPS in den USA mehr medizinische Leistungen aus allen Kategorien in Anspruch genommen, und zusätzlich mehr private Ausgaben gehabt, als PatientInnen ohne diese Erkrankung [Noyes *et al.*, 2006]. Dies erhöht auch gesundheitspolitisch den Druck, die fortschreitende Behinderung von IPS-PatientInnen und die damit verbundenen Kosten durch flankierende Maßnahmen möglichst lange so gering wie möglich zu halten. In

neuesten Studien wurde gezeigt, dass IPS-PatientInnen durch viel Bewegung und Mobilität ihren Krankheitsverlauf nicht nur generell, sondern sogar auf zellulärer Ebene positiv beeinflussen können und darüber hinaus noch von oben erwähnten Vorteilen profitieren [Goodwin *et al.*, 2008].

Das größte Problem, das ältere Menschen davon abhält weiterhin mobil zu bleiben, sind Unfälle, und hier speziell Verkehrsunfälle. Mehrere psychologische Faktoren [Robertson *et al.*, 2008], körperliche Beschwerden [Marshall *et al.*, 2008] und Arzneimittelnebenwirkungen [Carr *et al.*, 2000] wurden als Auslöser identifiziert, weshalb ältere Menschen einem höheren Risiko ausgesetzt sind in Verkehrsunfälle involviert zu werden. Weiters wurde festgestellt, dass ältere Menschen nicht nur häufiger an Verkehrsunfällen beteiligt sind, sondern dass sie zusätzlich schwerere Verletzungen davontragen und eine höhere Sterberate aufweisen [Kent *et al.*, 2009; Holt *et al.*, 2006].

Beim IPS gibt es zusätzlich noch weitere krankheitsspezifische Faktoren, die bei einem erhöhten Unfallsrisiko und einem höheren Schweregrad der Verletzungen eine wichtige Rolle spielen [Genever *et al.*, 2005; Pressley *et al.*, 2003]. In der Allgemeinbevölkerung sind Risikofaktoren für Stürze Muskelschwäche [Tinetti *et al.*, 1986], Sehbehinderungen [Ivers *et al.*, 1998], Polypragmasie (Einnahme von mindestens vier Medikamenten) [Tinetti *et al.*, 1993], neurokardiovaskuläre Instabilität [Davies *et al.*, 1996] und Umweltfaktoren [Hornbrook *et al.*, 1993]. Viele Stürze sind auf eine multifaktorielle Ätiologie [Tinetti *et al.*, 1988] zurückzuführen. Stürze, Gangunsicherheit und posturale Instabilität können beim IPS zu einem erhöhten Risiko von Mortalität und Morbidität führen. Knochenbrüche, speziell wenn sie den Femurkopf betreffen, sind bedeutende Komplikationen bei Stürzen verbunden mit einer vitalen Bedrohung und bleibenden Mobilitätseinschränkung. Beim IPS können Stürze zu einer erhöhten Abhängigkeit führen, und bergen das Risiko zu vermehrten Pflegeheimeinweisungen, welche sich wiederum negativ auf die Lebensqualität der PatientInnen auswirken. Außerdem berichten viele Betroffene über die bestehende Angst vor neuerlichen Stürzen. Demnach stehen in Bezug auf die Aufrechterhaltung der Mobilität beim IPS, den unbestreitbar bedeutsamen Vorteilen, bedenkliche Nachteile in Form erhöhter Verletzbarkeit in verkehrsbezogenen Situationen gegenüber [Wood *et al.*, 2002].

Neben der Einschränkung der Bewegungsfreiheit, einschließlich ihrer positiven Konsequenzen, sind Verkehrsunfälle mit ihren folgenschweren Auswirkungen eine ernstzunehmende Belastung für die Individuen, für das Gesundheitswesen und für die Wirtschaft als Ganzes. Nachdem wie oben beschrieben zu erwarten ist, dass die Zahl von IPS-PatientInnen in der nahen Zukunft stark ansteigen wird und somit auch die VU-bedingten Verletzungen zunehmen werden, ist es von größter Bedeutung bereits jetzt aussagekräftige Daten über die Beteiligung an Verkehrsunfällen und deren Ausgang zu erstellen. Nicht nur für IPS-PatientInnen und deren Betreuer, sondern sowohl für Bedienstete im Gesundheitswesen und Ärzte, als auch für Sozialversicherungen und Unfallversicherungen sind solche Daten notwendig, um sich schon rechtzeitig auf dieses Gesundheitsrisiko und die damit verbundenen Folgen einzustellen. Angesichts der Tragweite dieses Themas ist es überraschend, dass es so wenig Studien und Daten bezüglich Unfallrisiken bei IPS-PatientInnen, speziell das gesamte Spektrum von Transportmitteln betreffend, gibt.

1. Idiopathisches Parkinson-Syndrom (IPS)

Beim IPS handelt es sich um eine chronische und progressive neurodegenerative Erkrankung des extrapyramidalmotorischen Systems (EPMS), welche durch die vier Kardinalsymptome Bradykinese, Rigor, Ruhetremor und posturale Instabilität charakterisiert ist [Bohlhalter *et al.*, 2011; Giroux *et al.*, 2007]. Diese Symptome werden pathophysiologisch auf den Verlust von dopaminergischen Neuronen der Substantia nigra Pars compacta (SNc) und die Unterbrechung kortikaler Bahnen in den Basalganglien zurückgeführt. Außerdem lassen sich beim IPS nervale Einschlusskörper finden, die unter den Namen Lewy-Körperchen bekannt sind und ebenfalls zu Nervenzellschäden führen [Forno *et al.*, 1996]. Diese Veränderungen beschränken sich jedoch nicht nur auf das Nigro-Striatale System, sondern werden auch im Kortex, Thalamus, Bulbus olfactorius und dem Hirnstamm beobachtet, was wiederum die vielen Symptome des autonomen Nervensystems, die ebenfalls bei dieser Erkrankung vorliegen, erklärt [Braak *et al.*, 2004].

Das IPS zählt zu den häufigsten neurodegenerativen Erkrankungen und wird durchschnittlich bei 20 von 100.000 Menschen pro Jahr diagnostiziert [Rajput *et al.*, 1984]. Obwohl oft gedacht wird, dass diese Erkrankung erst im höheren Alter ausbricht (die Prävalenz liegt bei 1% der über 60-Jährigen und bei 2% der über 80-Jährigen) [Mayeux *et al.*, 1992], wird sie, wenn auch deutlich seltener, in allen anderen Altersgruppen beobachtet; tatsächlich liegt das Durchschnittsalter bei Erstdiagnose bei 60 Jahren.

Um die Diagnosekriterien eines Parkinson-Syndroms zu erfüllen, müssen zusätzlich zur Bradykinese entweder ein Tremor, ein Rigor oder gestörte Stellreflexe vorliegen. Bradykinese ist durch eine Bewegungsverlangsamung, also eine verminderte Frequenz der Bewegungen, gekennzeichnet. Dabei kommt es auch zu hypokinetischen Bewegungsmustern im Sinne einer typischen Abnahme des Bewegungsausmaßes, beziehungsweise der Amplitude nach Wiederholung. Ein Beispiel dafür ist die Ermüdungserscheinung beim Finger-Tapping im Rahmen der klinischen Untersuchung, oder das von den PatientInnen häufig beschriebene, verringerte Armmitschwingen, die verkürzte Schrittlänge sowie Mikrographie [Giroux *et al.*, 2007]. Probleme mit der Bewegungsinitiierung beinhalten den plötzlichen Stillstand aller Bewegungen („Freezing“) sobald man zu gehen beginnt, wenn man während dem Gehen die Richtung ändern will und wenn man in oder durch enge, überfüllte Plätze geht, wie zum Beispiel Türschwellen. Sprachprobleme, hervorgerufen durch Hypokinese und mangelnde Koordination des

Sprachapparates, äußern sich meistens als eine hypophonische Dysarthrie, welche durch eine weiche und leise Stimme charakterisiert ist. Durch Verminderung der Motilität des Verdauungstraktes, kann auch das Schlucken und die Darmpassage beeinträchtigt sein. Außerdem ist sowohl Gestik als auch Mimik von PatientInnen davon beeinträchtigt und die Einleitung einer Bewegung bzw. Bewegungsabfolge ist erschwert [Gelb *et al.*, 1999].

Tremor, das unwillkürliche, sich rhythmisch wiederholende oszillieren einer Körperregion, ist das Symptom, welches am leichtesten zu erkennen ist, und bei zunächst 30% und im späteren Stadium der Erkrankung bei bis zu 70% bis 80% der PatientInnen vorhanden ist. Die meisten PatientInnen haben einen Ruhetremor von 3 bis 8 Hertz, welcher sich bessert, sobald sie den betroffenen Körperteil bewegen. Der Tremor ist beim IPS asymmetrisch und betrifft typischerweise zunächst Arme, seltener auch Beine oder Kinn. Dem gegenüber steht der essentielle Tremor, welcher oft mit einem IPS verwechselt wird. Der hier vorliegende Tremor ist jedoch hochfrequenter (7 bis 14 Hertz) und erscheint eher als Halte- beziehungsweise Aktionstremor, beginnt zumeist symmetrisch und betrifft überwiegend die Hände oder Arme, erfasst später häufig auch die Beine, den Kopf oder die Stimme [Deuschl *et al.*, 1998].

Rigor ist definiert als eine Erhöhung des Muskeltonus, der durch die zentral gesteuerte Agonisten-Antagonisten-Koaktivierung zustande kommt. Dieser wird als Gefühl des Widerstandes beschrieben, wenn eine Extremität eines Patienten/einer Patientin passiv in Bewegung gesetzt wird [Bohlhalter *et al.*, 2011]. Bei der klinischen Untersuchung imponiert Rigor meistens als Zahnrad-Phänomen. Rigor ist für IPS-PatientInnen wahrscheinlich weniger beeinträchtigend als Bradykinese, aber verursacht Fehlhaltungen, die mit muskuloskeletalen Schmerzen assoziiert sind. Typische Gangprobleme beinhalten eine abnorme vorgebeugte Körperhaltung, im Extremfall im Sinne einer Kamptokormie [Giroux *et al.*, 2007].

Posturale Instabilität ist die Unfähigkeit normale Halte- und Stellreflexe zu etablieren, sobald der/die Betroffene aus dem Gleichgewicht gebracht wird. Ein Beispiel für posturale Instabilität ist die Retropulsion oder die Neigung nach vorne zu fallen, oft ohne jeglichen Grund.

Weitere motorische Symptome, die beträchtlich zur Behinderung von IPS-PatientInnen beitragen, sind motorische Fluktuationen und Dyskinesien als Komplikation einer Levodopa-Therapie.

Die motorischen Symptome vom IPS beginnen typischerweise unilateral und schreiten langsam, über viele Jahre hinweg, voran [Muller *et al.*, 2000]. Eine abrupte Abnahme oder Verschlechterung der Symptome wird zumeist von anderen Ätiologien verursacht, wie zum Beispiel, kürzlich stattgefundenene Medikamentenumstellung, andere Erkrankungen, wie Infektionen, metabolische Entgleisungen, Dehydration oder starker physischer oder emotionaler Stress.

Neben den erwähnten motorischen Symptomen dieser Erkrankung, die meist im Zuge einer ärztlichen Untersuchung leicht zu erkennen sind, gibt es auch nicht-motorische Symptome, welche häufig vorliegen und für manche PatientInnen beschwerlicher sind als die motorischen Merkmale [Adler *et al.*, 2005; Witjas *et al.*, 2002]. Bis zu 60% der IPS-PatientInnen leiden an mehr als einem nicht-motorischen Symptom [Shulman *et al.*, 2001], welches die Psyche, das Sensorium oder das autonome Nervensystem betreffen kann [Hillen *et al.*, 1996]. Nicht-motorische Symptome, die zum Zeitpunkt der Erstdiagnose schon längere Zeit vorhanden sein können, sind Geruchsverlust und Schmerzen.

1.1. Klassifikation von Parkinson-Syndromen

Nachdem in dieser Studie nur die Daten von PatientInnen benutzt wurden, welche an einem IPS leiden, sollen im Nachfolgenden kurz die anderen Parkinson-Syndrome mit deren verschiedenen Symptomen beschrieben werden.

Parkinson-Syndrome können je nach Ätiologie in primäre und sekundäre Parkinson-Syndrome eingeteilt werden. Primäre Parkinson-Syndrome beinhalten neurodegenerative Erkrankungen, denen unklare oder genetische Ursachen zu Grunde liegen. Der bekannteste Typ hiervon ist das idiopathische Parkinson-Syndrom (IPS), eine Krankheit, welche zum größten Teil der Fälle sporadisch auftritt. Einschätzungen zur Folge sind rund 10% von IPS familiär bedingt, basierend auf einer einzelnen Genmutation [Gasser *et al.*, 2009]. Aus klinischer Sicht ist es schwierig und wichtig IPS von anderen degenerativen Parkinson-Syndromen zu unterscheiden, welche üblicherweise als atypische Parkinson-Syndrome bezeichnet werden. Der Terminus „atypisch“ bezieht sich auf das schlechte Ansprechen auf Levodopa und die frühe Manifestation zusätzlicher klinischer Merkmale (Parkinson plus) wie zum Beispiel Ophthalmoparese, autonome Dysfunktionen, Apraxie oder Demenz. Die häufigsten Parkinson plus Syndrome sind die progressive supranukleäre Blickparese (PSP), kortikobasale Degeneration (CBD), Multiple-System-Atrophie (MSA) und Demenz vom Lewy-Körperchen Typ (LBD).

PSP ist charakterisiert anhand symmetrischer Parkinson-Merkmale und zusätzlicher vertikaler Blickparese, früh auftretenden Stürzen (innerhalb des ersten Jahres) und Pseudobulbärparalyse (Sprech- und Schluckstörung) [Litvan *et al.*, 1996]. Die vertikale Blickparese tritt in erster Linie beim Blick nach unten auf. Diese Beeinträchtigung kann zunächst mit dem vestibulookulären Reflex leicht ausgeglichen werden, was wiederum ein Zeichen dafür ist, dass Hirnstammreflexe bei der PSP erhalten sind. Die PatientInnen erscheinen zudem oft enthemmt und wenig beunruhigt bezüglich ihrer schweren körperlichen Symptome. Beispielsweise springen die PatientInnen aus dem Stuhl („rocket sign“) oder drehen sich abrupt um, ohne daran zu denken, dass sie auf Grund ihrer posturalen Instabilität stürzen könnten. In letzter Zeit sind noch zahlreiche andere Symptome der PSP erkannt worden, die die Erkennung der Erkrankung erschweren können [Owolabi *et al.*, 2013].

Die klassische Beschreibung von CBD bezieht sich auf eine asymmetrische Ausprägung der Parkinson-Symptome verbunden mit einer Apraxie, welche unterschiedliche Zeichen der Schädigung der Basalganglien (z.B., Dystonie) oder des Kortex (Alien Limb Phänomen, taktile Agnosie, Myoklonus) aufweisen kann. Die Apraxie bei CBD-PatientInnen ist repräsentiert durch Defizite der Gestik, meistens im Sinne einer ideomotorischen Apraxie, sowie durch die erschwerte Kontrolle präziser, einzelner Fingerbewegungen, was das Kennzeichen für eine gliedkinetische Apraxie darstellt [Gebhardt *et al.*, 2008; Leiguarda *et al.*, 2003]. Eine Apraxie kann bisweilen schwer von einer Dystonie oder Bradykinese unterschieden werden, und sollte deswegen immer an der weniger betroffenen Seite untersucht werden. Apraktische Defizite können auch beim IPS auftreten, aber eher erst im späteren Verlauf der Erkrankung und meistens in einem geringeren Ausmaß [Vanbellingen *et al.*, 2011].

Multi-System-Atrophie ist gekennzeichnet durch typische Parkinson-Symptome zuzüglich früh auftretender Fehlregulationen des autonomen Nervensystems und zerebellären Ausfallserscheinungen. Ausgehend davon, welcher Symptomkomplex im Vordergrund steht, kann man eine MSA-P (striatonigrale Degeneration) von einer MSA-C (olivopontozerebelläre Atrophie) unterscheiden [Wenning *et al.*, 2004]. Die autonomen Fehlregulationen beinhalten orthostatische Hypotension, erektile und Blasenfunktionsstörungen. Diese können dem Erstauftreten der Parkinson-Symptome Jahre vorausgehen. Außerdem werden Körperfehlhaltungen (z.B. Anterocollis) und respiratorische Symptome, wie inspiratorischer Stridor, als wichtige Merkmale gesehen, mit welchen man MSA von anderen atypischen Parkinson-Syndromen unterscheiden kann. Weiters sind die kognitiven Fähigkeiten der MSA-PatientInnen gewöhnlich völlig intakt und stehen zumeist im starken Widerspruch zum Ausmaß ihrer körperlichen Einschränkungen. Die Erkrankung ist rasch progredient und führt in wenigen Fällen zur vollkommenen Behinderung und schließlich zum Tod.

Wenn innerhalb von einem Jahr nach Erstmanifestation von Parkinson-Symptomen, ein bedeutender kognitiver Verfall auftritt, so ist das ein Indiz für Demenz vom Lewy-Körperchen Typ (DLB) [McKeith *et al.*, 2005]. Wichtig für die Diagnosestellung einer DLB ist das Vorhandensein weiterer neuropsychiatrischer Auffälligkeiten, wie zum Beispiel, tägliche Fluktuationen der kognitiven Fähigkeiten und visuelle Halluzinationen (in welchen es oft um Kinder oder Jagen geht). DLB darf nicht mit der Lewy-Körperchen-

Erkrankung verwechselt werden, welche eine schnell voranschreitende Form der Demenz darstellt, die innerhalb von 18 Monaten zum Tod führt und eher eine Differentialdiagnose der Creutzfeld-Jakob-Krankheit ist [Gaig *et al.*, 2011].

Die Differenzierung zwischen IPS und atypischen Parkinson-Syndromen ist wichtig, da IPS-PatientInnen äußerst gut auf eine dopaminerge Therapie ansprechen, PatientInnen mit einem atypischen Parkinson-Syndrom jedoch kaum [Quinn *et al.*, 1995]. Im Gegenteil, dieses Behandlungsschema könnte sich sogar als schädlich für diese Patientengruppe erweisen, indem es atypische Symptome wie orthostatische Hypotension oder kognitive Defizite akut verschlechtert [Jankovic *et al.*, 2007].

Neben den primären Parkinson-Syndromen findet man auch sekundär erworbene Parkinson-Syndrome, welche durch Toxine, Medikamente, Infektionen, Traumata oder Infarkte verursacht werden können. Die Abgrenzung ist wichtig, da diese Ursachen potentiell behandelbar sind und häufig auftreten. Vor allem ein medikamenteninduzierter Parkinsonismus ist häufig und bleibt bei älteren PatientInnen oft unerkannt [Esper *et al.*, 2008].

1.2. Bedeutung von Mobilität und Verkehr bei IPS-PatientInnen

Der langsame Verlust motorischer Fähigkeiten ist eine typische Konsequenz des Alterns und hat ungünstige Auswirkungen auf die Gesundheit [Buchman *et al.*, 2010]. Die spezifischen motorischen Eigenschaften, welche während dem Altern immer weiter abnehmen, umfassen ein weites Spektrum und beinhalten den Verlust von Muskelkraft und Muskelmasse, Gleichgewicht, Fingerfertigkeit und Verlangsamung des Gangs [Louis *et al.*, 2005]. Während die positiven Auswirkungen von körperlicher Aktivität auf die Motorik längst bekannt sind [Visser *et al.*, 2002; Warburton *et al.*, 2006], wurde in letzter Zeit besondere Aufmerksamkeit der Bedeutung von „Lifestyle“ und psychosozialen Faktoren für das gesunde Altern der älteren Bevölkerungsschicht gezollt [Fratiglioni *et al.*, 2004]. Erhöhte gesellschaftliche Einbindung am Lebensabend, gemessen durch vermehrte soziale Kontakte, ist mit einer längeren Lebensdauer und einem verminderten Risiko für Demenz verbunden. Einsamkeit im höheren Alter hingegen ist mit Invalidität und einem schnelleren Verlust motorischer Fertigkeiten assoziiert [Agahi *et al.*, 2008; Buchman *et al.*,

2009]. Es wird angenommen, dass soziale Aktivität – genauso wie körperliche Aktivität – die motorischen Fähigkeiten durch erhöhte neuronale Plastizität verbessert und vor Gewebeschäden schützt. So scheinen soziales Verhalten und Mobilität einen positiven Einfluss sogar auf funktioneller und struktureller Ebene zu entfalten.

Anhand dieser Beobachtungen wird einerseits klar, wie wichtig es gerade für IPS-PatientInnen wäre, vermehrt körperlichen und sozialen Aktivitäten nachzugehen. Andererseits wird einem auch bewusst, wie schwierig das für viele Betroffene ist, da sie durch die spezifischen Symptome, welche mit ihrer Erkrankung einhergehen, weitaus mehr eingeschränkt sind als die normale ältere Bevölkerungsschicht.

Um ihren alltäglichen Erledigungen nachzugehen, sind IPS-PatientInnen auf diverse Verkehrsmittel angewiesen. Nun wirken sich jedoch die kognitiven, visuellen und motorischen Beeinträchtigungen, an welchen IPS-PatientInnen vermehrt leiden, in vielen Studien negativ auf deren Verkehrstüchtigkeit aus, was wiederum dazu führt, dass viele Betroffene, das Autofahren von sich aus niederlegen. Die PatientInnen, die trotz ihrer Erkrankung weiterhin mit dem Auto fahren, haben eine verlängerte Reaktionszeit, reagieren oft nicht auf veränderte Verkehrsverhältnisse und machen mehr Fehler beim Autofahren als gleichaltrige AutofahrerInnen [Uc *et al.*, 2011]. Eine Studie fand heraus, dass 82% der IPS-PatientInnen noch einen Führerschein haben und 60% von diesen immer noch mit dem Auto fahren. Von den PatientInnen, die einen Führerschein haben, berichteten 15%, in den letzten fünf Jahren in einen VU involviert gewesen zu sein, und 11% davon dafür die Schuld trugen [Meindorfner *et al.*, 2005].

Nachdem das Autofahren, mit fortschreitendem Verlauf der Erkrankung, immer gefährlicher und mühsamer wird, steigen letzten Endes mehr PatientInnen auf öffentliche Verkehrsmittel um, damit sie ihre Mobilität und Selbstständigkeit weiterhin erhalten können. Doch auch hier besteht erhöhte Unfallgefahr, da IPS-PatientInnen in Bahn, Bus und Straßenbahn signifikant häufiger stürzen. Als Folge daraus leiden sie vermehrt an Sturzangst, was sich wiederum negativ auf die Neigung, diese Transportmittel zu nutzen, auswirkt [Plasch, 2008]. Aber auch als Fußgänger sind IPS-PatientInnen besonders gefährdet zu stürzen. So fand eine Studie beispielweise heraus, dass beinahe 70% aller IPS-PatientInnen zumindest einmal im Jahr stürzen, und dass diese Stürze einen enormen Einfluss auf die körperliche und psychische Gesundheit der Betroffenen haben und deren Lebensqualität negativ beeinflussen [Romero *et al.*, 2003].

Eine oft unterschätzte Folge von Stürzen, ist die dabei entstehende Angst erneut zu stürzen. Diese kann dazu führen, dass IPS-PatientInnen ihre alltäglichen Aktivitäten einschränken, was wiederum zu Immobilität führt, welche ihrerseits den sozialen Rückzug, Osteoporose und reduzierte Fitness fördert [Bloem *et al.*, 2004a]. Eine durchgeführte Studie hat herausgefunden, dass knapp 50% der befragten IPS-PatientInnen an einer Sturzangst leiden [Bloem *et al.*, 2001].

Anhand dieser Beobachtungen, ist es verständlich, dass vielen Betroffenen die Erhaltung ihrer Mobilität und damit einhergehender Aufrechterhaltung sozialer Kontakte, wie auch die sich daraus ergebenden positiven Auswirkungen auf ihre Gesundheit, erschwert wird.

Im nachfolgenden Abschnitt soll deshalb näher auf die krankheitsspezifischen Symptome eingegangen werden, welche sich negativ auf die Mobilität der PatientInnen auswirken.

1.3. Spezifische motorische Symptome, die zu Unfällen führen

Hier sollen nun die Symptome, welche in der Einleitung kurz angerissen wurden und sofern sie von Bedeutung hinsichtlich des Unfallrisikos von IPS-PatientInnen sind, im Detail ausgeführt werden.

Die motorischen Beeinträchtigungen, welche bei IPS-PatientInnen beobachtet werden, können sich einerseits in primäre Defizite – sogenannte Negativsymptome – einteilen lassen, zu welchen die allgemeine Verarmung von Bewegungen und die fehlerhaften Stell- und Haltereфлекse gehören. Andererseits existieren auch sekundäre Defizite – sogenannte Positivsymptome – zu welchen Rigor und Tremor gehören. Anhand der Ausprägung der klinischen Symptome lassen sich weiters ein akinetisch-rigider von einem tremordominanten Subtyp beim IPS unterscheiden [Hacke, 2010].

1.3.1. Bradykinese

Bradykinese bedeutet eine Verlangsamung von Bewegungen und wird oft fälschlicherweise synonym mit Akinesie und Hypokinesie verwendet. Streng genommen spricht man von Bradykinese, wenn ausgeführte Bewegungen langsamer ablaufen, wobei hingegen sich Akinesie auf die Verarmung von spontanen Bewegungen (z.B., Gesichtsausdruck) beziehungsweise assoziierten Bewegungen (z.B. Armmitschwingen beim Gehen) bezieht. Andere Ausprägungen von Akinesie sind „Freezing“ und die längere Zeit, die benötigt wird, um eine Bewegung erst zu initiieren. Hypokinesie bezieht sich darauf, dass zusätzlich zur Verlangsamung, die Bewegungen auch in einem geringeren Ausmaß durchgeführt werden, wie beispielsweise bei der Mikrographie von IPS-PatientInnen. Obwohl diese drei Symptome in Beziehung zueinander stehen, sollte man sie stets voneinander unterscheiden, da sie nicht in jedem Patienten/jeder Patientin miteinander korrelieren müssen. Akinesie wird oft Globus pallidus-Störungen zugeschrieben, wobei es auch Hinweise dafür gibt, dass sie von Läsionen des supplementären motorischen Areals ausgehen könnten [Blaszczyk, 1998]. PatientInnen, die Schäden in diesem Areal haben, weisen ähnliche Symptome wie IPS-PatientInnen auf. Das supplementäre motorische Areal repräsentiert das zentrale „Timing“-System. Schäden in diesem Bereich beeinträchtigen nicht nur die Bewegungsinitiierung, sondern auch die synchrone Bewegungsabfolge. Bradykinese lässt sich auf eine Störung der Basalganglien zurückführen und korreliert häufig mit dem Schweregrad der Erkrankung. Die Basalganglien sind für die Planung von Bewegungen zuständig. Normale Menschen führen eine Bewegung von hoher Amplitude mit großer Geschwindigkeit aus, wohingegen beobachtet wird, dass IPS-PatientInnen alle Bewegungen mit derselben Geschwindigkeit ausführen [Blaszczyk, 1998]. Hallett und Khoshbin [Hallett *et al.*, 1980] und Berardelli *et al.* [Berardelli *et al.*, 1986] behaupten, das sei so, weil IPS-PatientInnen ihre Muskelaktivität, welche beim ersten Impuls der Muskelkontraktion, also am Beginn einer schnellen Bewegung, entsteht, nicht steigern können. In ihren Experimenten sahen sie, dass zwar die Dauer des initialen Impulses normal war, aber sich das Ausmaß des Impulses nicht an die benötigte Entfernung anpasste. Aber die Basalganglien sind nicht nur für den motorischen Feedback-Mechanismus und die sensomotorische Integrität zuständig, sondern auch für die Unterscheidung somatosensorischer Informationen. Diese sind für die Beurteilung der Lage und Bewegung von Gliedmaßen erforderlich.

Weitere Studien fanden heraus, dass IPS-PatientInnen auch Beeinträchtigungen von visuellen und auditiven Sinneswahrnehmungen haben. Diese Beobachtungen lassen darauf schließen, dass die Basalganglien mehrere multimodale, sensorische Informationen verarbeiten, die aus unterschiedlichen Wahrnehmungsbereichen kommen und welche weiters indirekt für die motorische Planung und Kontrolle von Bewegungen ausschlaggebend sind [Maschke *et al.*, 2003].

Es gibt noch weitere Gründe, die sich potentiell auf Bradykinese auswirken können. Dazu gehören Muskelschwäche, Rigor, Tremor, Bewegungsschwankungen und verlangsamtes Denken. Diese Faktoren tragen zwar zum Ausmaß der Bradykinese bei, das Hauptproblem liegt jedoch darin, dass die eingesetzte Muskelkraft während der Initiierung einer Bewegung nicht ausreichend ist. Das Ergebnis davon ist, dass das Bewegungsziel nicht erreicht wird, was wiederum dazu führt, dass weitere, kleinere Bewegungsabläufe durchgeführt werden müssen [Berardelli *et al.*, 2001].

1.3.1.1. Motorblockaden

„Freezing“-Episoden und verwandte Phänomene (im Allgemeinen als motorische Blockaden bezeichnet) sind wenig erforscht, äußerst hindernd und therapeutisch schwer zu behandeln. „Freezing“ kommt aus dem Englischen und steht für Einfrieren. Die PatientInnen erfahren während dieser Episode einen Zustand vollkommenen Erstarrens, ganz so, als ob sie eingefroren wären. Diese Symptome sind häufig bei IPS-PatientInnen zu beobachten, auch dann noch, wenn Rigor und Tremor durch eine L-Dopa-Therapie gut in den Griff bekommen werden [Mestre *et al.*, 1992]. „Freezing“ kann verschiedene Muskelgruppen, wie die Kehlkopfmuskulatur und die Muskulatur der oberen oder unteren Extremitäten, betreffen. Besonders auffallend sind Motorblockaden beim Gehen. Diese werden oft als „Freezing of Gait“ (FOG) bezeichnet. In letzter Zeit hat FOG durch zwei Studien viel Aufmerksamkeit gewonnen, da in diesen beobachtet wurde, dass FOG häufiger bei PatientInnen auftritt, welche mit Dopamin-Agonisten (Ropinirol oder Pramipexol) behandelt werden, als bei PatientInnen die eine L-Dopa-Therapie bekommen [Rascol *et al.*, 2000].

FOG ist eine besondere Gangstörung, welche sich durch Anlaufschwierigkeiten äußert. PatientInnen beschreiben dies so, als ob die Füße an den Boden geklebt wären. Oft wird

dies von Festinationen, Instabilität und wiederkehrenden Stürzen begleitet. Eines der bedeutendsten Merkmale von FOG ist, dass es häufig zu Hause vorkommt und eher selten während einem Arztbesuch. Deshalb ist der Schweregrad dieses Symptoms schwierig zu beurteilen. FOG betrifft ungefähr die Hälfte aller IPS-PatientInnen und tritt eher in vorangeschrittenen Krankheitsstadien auf [Giladi *et al.*, 2009].

Die spontan einsetzende Unfähigkeit eine gewollte Bewegung auszuführen, vor allem das Gehen, ist wahrscheinlich eines der beunruhigendsten Symptome von IPS-PatientInnen. Der Zustand völliger Immobilität und Hilflosigkeit kann Sekunden bis Stunden andauern, solange bis die Bewegungsfähigkeit wieder zurückkehrt. Der Zeitpunkt, wann die Attacken einsetzen, scheint unabhängig von der Verabreichung der individuellen Levodopa-Therapie zu sein. Sie treten, so konnte gezeigt werden, vermehrt bei körperlich erschöpften PatientInnen auf. Frequenz und Schweregrad der Blockaden unterliegen einer täglichen Schwankung und sind vom Erkrankungsschweregrad abhängig [Stern *et al.*, 1980]. Wichtige Faktoren, welche zu vermehrten „Freezing“-Episoden führen können, sind visuelle Reize und die plötzliche Änderung dieser [Mestre *et al.*, 1992].

In einer Studie, bei der 990 IPS-PatientInnen teilgenommen haben, berichtete ein Drittel davon, an motorischen Blockaden zu leiden. Eine längere Krankheitsdauer, eine höhere Einstufung in der Hoehn und Yahr Skala und eine länger andauernde L-Dopa-Therapie waren mit vermehrten motorischen Blockaden assoziiert. Die drei Tätigkeiten, die am häufigsten davon betroffen waren, sind die Sprache, das Schreiben und das Gehen. Beim Gehen tritt FOG meistens beim Losgehen, während dem Umdrehen und beim Übertreten von Türschwellen oder beim Hindurchschreiten zwischen zwei Hindernissen (z.B. zwei parkenden Autos) auf. Die Schwierigkeiten beim Gehen werden generell durch wiederkehrende visuelle oder auditive Reize verbessert, da diese die repetitive Bewegungsabfolge unterstützen [Blaszczyk, 1998].

Gangstörungen und vor allem FOG führen oft zu Stürzen bei IPS-PatientInnen, und sind daher einer der Hauptgründe, die zu Immobilität führen [Bloem *et al.*, 2004b].

Eine andere Form von Gangstörung, die häufig bei IPS-PatientInnen beobachtet wird und häufig zu Stürzen führt, ist das Auftreten von Festinationen. Darunter versteht man eine rasche Abfolge von immer schneller werdenden Schritten, die im schlimmsten Fall nicht mehr gebremst werden können. Dieses Phänomen tritt häufig beim abrupten Stehenbleiben auf (z.B. beim plötzlichen Rot werden einer Fußgängerampel). Phänomenologisch kann

beschrieben werden, dass sich der Körperstamm weiterhin nach vorne bewegt und deswegen die Beine probieren, dem Rumpf „nachzulaufen“ [Plaschg, 2008].

1.3.2. Posturale Instabilität

IPS-PatientInnen haben typischerweise eine vornübergebeugte Körperhaltung, welche nicht aus einer Muskelschwäche resultiert. Die Störung der gleichgewichtserhaltenden Reflexe ist nicht einfach auf den Verlust von Koordination zurückzuführen, sondern bezieht sich auch sehr stark auf die spezifische Körperhaltung und das Gangmuster der PatientInnen. Posturale Instabilität ist eines der hinderndsten Symptome von IPS [Blaszczyk, 1998].

Viele Faktoren tragen zu Gleichgewichtsstörungen bei IPS-PatientInnen bei, unter anderem, gestörte posturale Reflexe und verminderte Kontrolle über spontane Bewegungen. Weitere Faktoren, die die Sturzgefahr von IPS-PatientInnen erhöhen, sind Medikamentennebenwirkungen (Dyskinesien), Gangabweichungen, Muskelschwäche in den Beinen und überlagernde, altersbedingte Veränderungen, wie verminderte, periphere Gefühlswahrnehmungen [Blaszczyk, 1998]. Studien über vorausschauende, posturale Anpassung zeigen, dass IPS-PatientInnen Probleme damit haben, zwei unterschiedliche Bewegungsabläufe gleichzeitig durchzuführen, und sich ebenfalls damit schwer tun, von einem Bewegungsablauf in einen anderen zu wechseln. Dies führte zur Annahme, dass die Basalganglien eine bedeutende Rolle für die gleichgewichtserhaltenden Komponenten von Bewegungen spielen [Blaszczyk, 1998]. So ist bei IPS-PatientInnen nicht nur die motorische Programmierung in den Basalganglien gestört, sondern auch die Verarbeitung von propriozeptiven Informationen [Grimbergen *et al.*, 2004]. Diese propriozeptive Beeinträchtigung trägt ebenfalls zur Pathophysiologie der posturalen Instabilität bei IPS-PatientInnen bei. Erstens erklärt diese fehlerhafte Verarbeitung von peripheren Informationen, dass IPS-PatientInnen immer nach ein und dem selbem Muster reagieren, wenn sie aus dem Gleichgewicht gebracht werden. Zweitens könnten Betroffene eine gestörte Selbstwahrnehmung bezüglich der Grenzen ihrer Stabilität haben, oder sie wissen über die Position ihrer Gliedmaßen und ihres Oberkörpers gar nicht Bescheid. Diese „Körperschema-Störung“ könnte die Probleme bei Drehbewegungen und die gestörte Koordination von IPS-PatientInnen erklären [Grimbergen *et al.*, 2004].

Wenn IPS-PatientInnen aus dem Gleichgewicht gebracht werden, haben sie viele abnormale Reaktionen darauf. Die jedoch am häufigsten beobachtete, ist das Fehlen von ausgleichenden und protektiven Armbewegungen. Dies führt dazu, dass IPS-PatientInnen, im Gegensatz zu anderen Personen, bei Stürzen seltener Handgelenksverletzungen, sondern häufiger Hüftgelenksfrakturen erleiden [Carpenter *et al.*, 2004].

Nachdem gleichgewichtserhaltende Reflexe vor allem in sich bewegenden Fahrzeugen, also auf bewegtem Untergrund, besonders gefordert sind, ist es nur verständlich, dass IPS-PatientInnen, welche an einer ausgeprägten posturalen Instabilität leiden, in Bussen und Zügen häufiger stürzen als die Normalbevölkerung. [Plaschg, 2008]

1.3.3. Tremor

Ein weiteres Kardinalzeichen des IPS ist Tremor, welcher manchmal jahrelang als einziges Symptom der Erkrankung bestehen kann. Der Ursprung dieses Symptoms ist noch immer nicht eindeutig bekannt. Bei IPS-PatientInnen wird der Tremor typischerweise in den Händen, Füßen und am Kinn beobachtet. Die Tremorfrequenz kann zwischen den oberen und unteren Extremitäten, aber auch zwischen den beiden oberen und unteren Gliedmaßen unterschiedlich sein [Błaszczuk, 1998].

Der Parkinson'sche Ruhetremor beginnt beim IPS am häufigsten an der oberen Extremität, einseitig und distal, bekannt auch als das klassische 3 bis 6 Hertz „Pillendreher“-Phänomen. Im weiteren Verlauf der Erkrankung breitet sich der Tremor proximal aus und erfasst später auch die gegenüberliegende Seite. Am Beginn der Erkrankung kann die Amplitude des Tremors sehr starken Schwankungen unterliegen. Dazwischen gibt es zunächst auch Phasen, worin die Symptome vollkommen sistieren. Oft kommt es bei körperlicher oder psychischer Anstrengung, beziehungsweise Stress, verstärkt zu Tremor. Andererseits verschwindet er während dem Schlafen. Alkohol und Beruhigungsmittel können durch ihre angstlösende Wirkung den Tremor etwas verbessern. Dies kann jedoch die für den essentiellen Tremor typische Alkoholsensibilität imitieren. Aus diesem Grund ist nach neueren Untersuchungen der bislang propagierte Alkoholttest zur differentialdiagnostischen Abgrenzung von Parkinson'schen Tremor und essentiellen Tremor nicht sehr gut geeignet [Pendl, 2013]. Eine Poly-EMG-Aufzeichnung von einem Ruhetremor zeigt üblicherweise abwechselnde (und selten synchrone) Kontraktionen von

Agonisten und Antagonisten mit einer Frequenz unter 6 Hertz und relativ sinusoidalen Auslenkungen [Hess *et al.*, 2012].

Da der Schweregrad des Tremors nicht mit dem Verlust von striatalen, dopaminergen Nervenzellen korreliert und bei manchen IPS-PatientInnen sich die Symptomatik auf Levodopa sogar verschlechtert, wird generell behauptet, dass der Ruhetremor von kortikobasalen Ganglien und dem kortikozerebellären Regelkreis ausgeht [Hallett *et al.*, 2012].

IPS-PatientInnen entwickeln in späteren Krankheitsstadien auch einen Aktionstremor. Dieser zeigt sich bei nach vorne ausgestreckten Armen mit derselben Frequenz wie die des Ruhetremors. Allerdings kann die Frequenz auch höher (5 bis 8 Hertz) und die Amplitude niedriger imponieren als beim typischen Parkinson'schen Tremor. Auch das kann die Unterscheidung von einem essentiellen Tremor erschweren. Mit Hilfe von SPECT-Untersuchungen des Dopamin-Transport-Systems, kann man zumindest im fortgeschrittenen Stadium die verschiedenen Tremor-Entitäten voneinander unterscheiden [Hess *et al.*, 2012].

Beim IPS trägt der Aktionstremor dazu bei, die Muskelschwäche der PatientInnen zu verstärken und gemeinsam mit dem Ruhetremor die Reaktionszeit deutlich zu verlängern [Berardelli *et al.*, 2001].

1.3.4. Rigor

Rigor äußert sich bei der Untersuchung als ein wächserner Widerstand gegen passive Bewegungen, der bei Beugung und Streckung sowie in jedem Augenblick der Bewegung gleich ist. Wenn Rigor und Tremor gleichzeitig vorhanden sind, kommt es bei passiver Bewegung einer Extremität über das gesamte Bewegungsausmaß hinweg zu wiederkehrenden, ruckartigen Widerständen. Das wird in der Literatur als „Zahnrad“-Phänomen beschrieben [Hacke, 2010]. Betroffen davon können die Gliedmaße, der Stamm, Nacken und andere Muskelgruppen sein. Gegenüber dem Rigor, der bei einer Dezerebrationsstarre auftritt, ist der Rigor bei IPS-PatientInnen nicht von der Geschwindigkeit der passiven Bewegung abhängig.

Bei manchen IPS-PatientInnen wird jedoch beobachtet, dass der Widerstand gegenüber Streckbewegungen indirekt proportional zur Geschwindigkeit, mit der die Bewegung ausgeführt wird, ist, so dass der Widerstand am größten ist, wenn die passive Bewegung am langsamsten durchgeführt wird [Blaszczyk, 1998]. Im Allgemeinen wird der Rigor in proximalen Muskelgruppen besser ausgelöst als in distalen, und äußert sich im Stehen eher als im Sitzen. Letzteres lässt darauf schließen, dass absteigende Bahnen eine wichtige Rolle bei Rigor spielen, vor allem vestibulospinale Bahnen. Nachdem eine Durchtrennung der Hinterwurzel die Symptomatik des Rigors verbessert, geht man davon aus, dass afferente Informationen von den Gelenks-, Muskel- und Hautrezeptoren eine wichtige physiologische Rolle dabei spielen. Weiters wurde beobachtet, dass bei stereotaktischen Operationen des ventrolateralen Thalamuskerns, die rigide Symptomatik behoben werden kann. Da diese Kernregion afferente Informationen vom Pallidum bekommt, geht man davon aus, dass Rigor bei IPS-PatientInnen durch eine Störung pallidaler Neuronen aufgrund eines Dopaminmangels im Striatum verursacht wird [Blaszczyk, 1998].

Rigor ist neben der Bradykinese ein bedeutender Faktor für die verlängerte Reaktionszeit bei Stürzen [Berardelli *et al.*, 2001].

1.4. Spezifische nicht-motorische Symptome, die zu Unfällen führen

Da speziell die nicht-motorischen Symptome beim IPS äußerst vielschichtig sind, und diese einen großen Einfluss auf die aktive und passive Verkehrsteilnahme von IPS-PatientInnen haben, wird hier im Detail auf diese eingegangen.

Nicht-motorische Symptome bei IPS-PatientInnen sind sehr häufig und können deren Gesundheit und Lebensqualität signifikant verschlechtern. Diese Symptome betreffen zumeist das Sensorium, das autonome Nervensystem, kognitive Verhaltensmuster und das Schlafverhalten [Pandya *et al.*, 2008].

Bis zu 60% der IPS-PatientInnen leiden an mehr als einem nicht-motorischen Symptom und 25% haben sogar vier oder mehr [Shulman *et al.*, 2001]. Nicht-motorische Symptome können den typischen, motorischen Erscheinungsbildern lange Zeit vorausgehen und für manche PatientInnen und Familienmitglieder sogar eine größere Belastung darstellen

[Adler, 2005]. Beispielsweise führen Depression und kognitive Veränderungen zu einer erheblichen Abnahme der Lebensqualität, unabhängig davon, wie stark die motorischen Beeinträchtigungen sind.

Pathologische Studien fanden diffus verstreute Lewy-Körperchen-Ablagerungen selbst in Gebieten außerhalb des nigrostriatalen, dopaminergen Systems. So könnten der Bulbus olfactorius, die Medulla oblongata und das Tegmentum viel früher von diesen Ablagerungen befallen werden als die Substantia nigra [Wolters *et al.*, 2006]. Andere Symptome, wie zum Beispiel orthostatische Hypotension, Sedierung, Psychosen, Verwirrtheit und Impulsivität, könnten Nebenwirkungen von Medikamenten sein, oder von diesen verstärkt werden [Adler, 2005].

1.4.1. Sensorische Probleme

Die häufigsten sensorischen Probleme, welche bei IPS-PatientInnen auftauchen, betreffen das Riechen und das Sehen. Ein verminderter Geruchssinn kann den motorischen Symptomen um Jahre vorausgehen und wird als mögliches Screening-Symptom zur frühen Diagnose eines IPS untersucht [Haehner *et al.*, 2007].

Eine selten erkannte Beeinträchtigung bei IPS-PatientInnen ist das veränderte Sehvermögen. Viele Betroffene haben Schwierigkeiten beim Lesen, obwohl sie eine normale Sehschärfe besitzen. Ein Teil der visuellen Probleme stammt von okulomotorischen Defekten, wie beispielsweise Beeinträchtigungen der spontanen Blickbewegungen (Sakkaden) oder Rigor der Augenmuskulatur [Hunt *et al.*, 1995]. Aber auch die visuellen Leitungsbahnen können gestört sein, was dadurch erhärtet wird, dass abnormale, visuell evozierte Potentiale mit dem Schweregrad der Erkrankung korrelieren. Folgen sind Probleme der Kontrastwahrnehmung, des Farbsehens und der Orientierung an Linien [Rodnitzky *et al.*, 1998].

Auch die Fähigkeiten der dreidimensionalen Raumwahrnehmung (visuospatiale Fertigkeiten) sind bei IPS-PatientInnen beeinträchtigt und beinhalten ein breites Spektrum an kognitiven Funktionen, welche mit der Verarbeitung visueller Informationen zusammenhängen. Zu diesen Funktionen gehören zum Beispiel Mustererkennung (auch Gesichtererkennung), konstruktive Fähigkeiten (Zeichnen von Figuren), Farberkennung

und räumliche Analyse (Erkennung mehrerer Objekte in einem begrenzten visuellen Feld wie beim „*The Cookie Theft Picture*“). Die Beeinträchtigung visuospatialer Fähigkeiten wird neuroradiologisch auf eine Störung posteriorer Hirnareale zurückgeführt, zu welchen der Occipital-, Parietal- und Temporallappen gehören [Abe *et al.*, 2003]. Anhand zahlreicher Studien wurde herausgefunden, dass IPS-PatientInnen, die nicht zusätzlich an Demenz leiden, viel schlechter bei visuospatialen Aufgabenstellungen abschneiden als gesunde Kontrollgruppen; unabhängig davon ob sie motorische Symptome aufweisen oder nicht. Es wurden vor allem Defizite bei Fixpunktorientierung („*Judgment of Line Orientation*“), Gesichtererkennung, Unterscheidung von Formen, logischem Denken, Konstruieren mit Baublöcken und Nachzeichnen von Figuren festgestellt [Watson *et al.*, 2010].

Wenn man beachtet, dass vor allem beim Autofahren die dreidimensionale Raumwahrnehmung von großer Bedeutung ist, kann man sich vorstellen, dass man anhand der Erhebung visuospatialer Fähigkeiten auf das Fahrvermögen von IPS-PatientInnen, aber auch auf die Verkehrstüchtigkeit an sich, Rückschlüsse ziehen kann. So wurde bei IPS-PatientInnen beobachtet, dass diejenigen, welche in der Identifizierung von Orientierungspunkten und Verkehrszeichen gut abgeschnitten haben, auch besser beim Nachzeichnen komplexer Figuren und bei der visuellen Verarbeitungsgeschwindigkeit waren [Uc *et al.*, 2006a].

Anhand dieser Beobachtungen kann man darauf schließen, dass die Verkehrstüchtigkeit von IPS-PatientInnen schon in frühen Krankheitsstadien eingeschränkt sein kann, und dass dies oft mit visuellen Wahrnehmungsstörungen in Zusammenhang steht [Crizzle *et al.*, 2012].

1.4.2. Kognitive Verhaltensauffälligkeiten

Neuropsychiatrische Erkrankungen werden bei IPS-PatientInnen häufig beobachtet und können zeitweise sogar die Betroffenen und deren Familienangehörige mehr beeinträchtigen als die Bewegungsstörungen. Zu den häufigsten, kognitiven Störungen gehören affektive Störungen, Apathie, Angsterkrankungen, Impulskontrollstörungen, Psychosen und Demenz.

1.4.2.1. Kognitive Defizite und Psychosen

Zu den kognitiven Bereichen, welche beeinträchtigt sein können, zählen exekutive Funktionen, Gedächtnis, Aufmerksamkeit und sprachliche Leistungen. Weiters wurde beobachtet, dass Demenz eine häufige Langzeitfolge von IPS-PatientInnen ist und in etwa 80% davon betroffen sind. Auch von den IPS-PatientInnen, welche keine Zeichen von Demenz aufweisen, haben 25% milde kognitive Defizite und ein erhöhtes Risiko im weiteren Krankheitsverlauf eine Demenz zu entwickeln. Ein bedeutender Anteil von neu diagnostizierten IPS-PatientInnen weisen bereits zum Zeitpunkt der Diagnosestellung kognitive Defizite auf und erleiden einen raschen, weiteren Verfall innerhalb nur weniger Jahre [Weintraub *et al.*, 2011].

Aufgrund dieser Untersuchungen, wurden wichtige Risikofaktoren, welche zu einem kognitiven Verfall beitragen können, festgestellt. Dazu gehören das erhöhte Alter von IPS-PatientInnen und die damit zusammenhängende, längere Krankheitsdauer, männliches Geschlecht, atypische Parkinson-Syndrome und eine Reihe anderer nicht-motorischer Symptome, wie zum Beispiel optische Halluzinationen, Apathie, Depression und REM-Schlafstörungen [Vendette *et al.*, 2007].

Es gibt zahlreiche Studien, die dem hirnorganischen Substrat von Demenz bei Parkinson-PatientInnen auf den Grund gegangen sind. Ergebnisse aus diesen Untersuchungen ergaben, dass diffuse, subkortikale Lewy-Körperchen-Ablagerungen den größten Beitrag zur Pathologie von kognitiven Defiziten bei Parkinson-PatientInnen liefern [Hurtig *et al.*, 2000]. Weiters wurden bei einem hohen Prozentsatz von IPS-PatientInnen ähnliche neuropathologische Veränderungen im Zuge einer Autopsie beobachtet, wie bei Morbus Alzheimer-PatientInnen. Es wurden ebenfalls Alzheimer-spezifische Biomarker im Liquor von IPS-PatientInnen gefunden, die mit kognitiven Defiziten verbunden waren [Hurtig *et al.*, 2000]. Eine Vielzahl von Störungen verschiedener Neurotransmitter-Systeme wurde weiters mit kognitiven Ausfallerscheinungen assoziiert, darunter das dopaminerge, acetylcholinerge und noradrenerge Transmittersystem. Genetische Faktoren und neurodegenerative Prozesse innerhalb der weißen und grauen Substanz spielen ebenfalls eine bedeutende Rolle in der Entstehung von kognitiven Defiziten. Anhand dieser heterogenen Ätiologie von kognitiven Defiziten und Demenz, ist es klar, dass sich diese Symptome auf unterschiedlichste Art und Weise klinisch präsentieren können [Weintraub *et al.*, 2011].

Psychosen treten bei IPS-PatientInnen in frühen Krankheitsstadien in weniger als 10% der Fälle auf und waren vor der Einführung der Dopamin-Ersatz-Therapie sehr ungewöhnlich. Eine neue prospektive Studie fand jedoch heraus, dass die Langzeitprävalenz bei etwa 60% liegt [Hubert *et al.*, 2011]. Optische Halluzinationen werden dabei am häufigsten bei IPS-PatientInnen beschrieben aber auch auditive, taktile und olfaktorische Halluzinationen kommen bei dieser Population vor. Der Großteil der IPS-PatientInnen, welche an Psychosen leiden, berichten auch Störungen der Schlaf- und Wachphasen zu haben, vor allem REM-Schlafstörungen werden hier häufig beobachtet [Vendette *et al.*, 2007]. Besondere Risikofaktoren für Psychosen bei IPS-PatientInnen sind die Einnahme von Parkinson-Medikamenten, höheres Alter und größere kognitive Defizite [Weintraub *et al.*, 2011].

Sobald Psychosen bei Parkinson-PatientInnen auftreten, sollten zuerst mögliche andere Ursachen, wie beispielsweise Demenz vom Lewy-Körperchen-Typ, systemische Erkrankungen oder Medikamentennebenwirkungen ausgeschlossen werden. Sobald andere Ätiologien nicht in Frage kommen, müssen die Psychosen sofort behandelt werden, da dies einer der Hauptrisikofaktoren für eine Einweisung in ein Pflegeheim ist, und damit die Selbstständigkeit und die damit einhergehende Lebensqualität der Betroffenen massiv abnimmt [Goetz *et al.*, 1993].

1.4.2.2. Depression und Angststörung

Depression ist das häufigste neuropsychiatrische Symptom beim IPS und wird zeitweise bei bis zu 50% der IPS-PatientInnen beobachtet. Es zu diagnostizieren ist oft kritisch, da dies die körperlichen Symptome, kognitiven Leistungen und die Lebensqualität der PatientInnen und deren Familie verschlechtern könnte. Das Erkennen einer Depression bei IPS-PatientInnen stellt sich jedoch oft als schwierig heraus, da viele Symptome, wie beispielsweise Abgeschlagenheit, psychomotorische Verlangsamung, abgeflachter Affekt und Schlafstörungen, schwer von motorischen Symptomen des Parkinson-Syndroms unterschieden werden können [Pandya *et al.*, 2008]. Neueste Studien fanden heraus, dass die Häufigkeit einer schweren Depression bei 5% bis 20% liegt [Pandya *et al.*, 2008]. Zu den möglichen Risikofaktoren, um eine Depression zu entwickeln, gehören weibliches Geschlecht, persönliche oder familiäre Vorgeschichte von Depressionen, early-onset

Parkinsonismus, atypische Parkinson-Syndrome und psychiatrische Komorbidität [Weintraub *et al.*, 2011].

Depressionen bei IPS-PatientInnen sind das Resultat einer komplexen Interaktion zwischen psychologischen und neurobiologischen Faktoren. Letzteres wird von Beobachtungen unterstützt, welche herausfanden, dass IPS-PatientInnen öfter an Depressionen leiden, als PatientInnen mit ähnlichen Krankheitsbildern, es einen Zusammenhang zwischen dem Schweregrad der Erkrankung und dem Auftreten einer Depression gibt, und dass man Depressionen bei manchen IPS-PatientInnen als Prodromalstadium beobachten kann [Weintraub *et al.*, 2011]. Von biologischer Seite aus wird das häufige Auftreten von Depressionen beim IPS mit mehreren hirnganischen Fehlfunktionen in Verbindung gebracht. So werden Störungen in subkortikalen Kerngebieten und dem präfrontalen Kortex (PFC), im striatal-thalamisch-PFC und dem basotemporal-limbischen Regelkreis sowie in Neurotransmittersystemen des Hirnstamms (Dopamin, Serotonin und Noradrenalin) in Betracht gezogen [Weintraub *et al.*, 2011].

Angststörungen treten oft zusammen mit einer Depression bei IPS-PatientInnen auf, können aber auch unabhängig davon entstehen. Die Häufigkeit von Angststörungen variiert in verschiedenen Studien enorm und erreicht zwischen 3,6% bis zu 40% [Pandya *et al.*, 2008]. Zu den am meisten beobachteten Formen gehören Panikstörung, generalisierte Angststörung und soziale Phobie. Der Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer Angststörung und dem Schweregrad der Erkrankung ist noch unklar. Zwei Studien fanden keine Beziehung zwischen dem Schweregrad der motorischen Symptome und dem Auftreten von Angst, während eine Studie eine Verbindung zwischen Angst und der subjektiven Empfindung von schweren motorischen Beeinträchtigungen ausmachen konnte [Richard *et al.*, 1996]. Weitere Studien assoziierten Angststörungen bei IPS-PatientInnen mit dem Auftreten von Gangstörungen, „Freezing“-Phänomenen und Medikamentennebenwirkungen, wie beispielsweise Dyskinesien oder „On/Off“-Fluktuationen [Dissanayaka *et al.*, 2010]. Sehr häufig klagen IPS-PatientInnen darüber, dass sie unter Sturzängsten leiden [Plaschg, 2008], was sich wiederum negativ auf das Gleichgewicht der PatientInnen auswirkt. Interessanterweise fand man heraus, dass Unsicherheit in Bezug auf das eigene Gleichgewicht, mit einem höheren Schweregrad der Erkrankung assoziiert ist und in klinischen Untersuchungen, diese PatientInnen auch ein schlechteres Gangbild und eine schlechtere Körperhaltung aufweisen [Grimbergen *et al.*, 2004].

1.4.3. Störungen des autonomen Nervensystems

Zu diesem Bereich zählen eine Vielzahl von verschiedenen Symptomen, die das vegetative Nervensystem betreffen, wie beispielsweise den Gastrointestinaltrakt, Urogenitaltrakt und das Sexualverhalten. Die wichtigsten Symptome, welche bei IPS-PatientInnen das Unfallrisiko erhöhen können, sind jedoch die orthostatische Hypotension und vermehrte Schläfrigkeit. Diese sollen deshalb auch im Folgenden näher erörtert werden.

1.4.3.1. Orthostatische Hypotension

Die orthostatische Hypotension ist eine Kreislaufregulationsstörung, welche nur in sitzender oder stehender Körperhaltung auftritt und meist mit Schwindel, Ohrensausen, physischer und psychischer Schwäche einhergeht [Plaschg, 2008]. Dieses Symptom kann einerseits Ausdruck einer Medikamentennebenwirkung oder ein Erscheinungsbild der Erkrankung selbst sein.

Beinahe die Hälfte aller IPS-PatientInnen leiden an orthostatischer Hypotension [Allcock *et al.*, 2004]. Bedenklich dabei ist, dass PatientInnen mit posturaler Instabilität häufiger an orthostatischer Hypotension leiden und, dass diese Kombination wiederum zu einem zusätzlich erhöhten Sturzrisiko führen kann [Pandya *et al.*, 2008].

1.4.3.2. Schlafstörungen

Schlafstörungen treten bei bis zu 74% von IPS-PatientInnen auf und sind wahrscheinlich die am häufigsten auftretenden, nicht-motorischen Komplikationen vom IPS [Weintraub *et al.*, 2011]. Eine Schlafstudie hat herausgefunden, dass die gesamte Schlafzeit reduziert ist, IPS-PatientInnen öfter nachts erwachen, und die REM- und Tiefschlafphasen verkürzt sind [Pandya *et al.*, 2008]. Für die PatientInnen äußern sich diese Probleme als leichter Schlaf mit häufigem Erwachen. Eine Vielzahl an Faktoren kann zu diesen Störungen führen, wie beispielsweise Schmerzen, Tremor, Schwierigkeiten beim Umdrehen während dem Schlafen, Dystonie, Demenz, Nykturie, Depression und Angst [Pandya *et al.*, 2008].

1.4.3.3. Exzessive Tagesschläfrigkeit

Müdigkeit und Hypersomnie vermindern sehr oft die Lebensqualität und werden von vielen Faktoren beeinflusst. So können Ursachen dafür die Erkrankung selbst, die dopaminerge Therapie, andere Erkrankungen oder nächtliche Schlafstörungen sein. Plötzlich auftretende und unkontrollierbare Schlafattacken sind eine extreme Form von Übermüdung und besorgniserregend, vor allem im Zusammenhang mit Aktivitäten wie beispielsweise Autofahren. Größere Schläfrigkeit, längere Krankheitsdauer und der Einsatz von Dopaminagonisten erhöhen das Risiko für solche Schlafattacken [Tandberg *et al.*, 1999]. Generell werden diese Attacken aber nur bei sehr wenigen PatientInnen beobachtet, stellen jedoch ein extremes Unfallrisiko dar [Hobson *et al.*, 2005]. Im Gegensatz dazu sind die allmählich einsetzenden Einschlafepisoden im Rahmen exzessiver Tagesschläfrigkeit weit weniger gefährdend, da die PatientInnen die davor eintretende Müdigkeit oft schon als Warnsignal interpretieren können [Pandya *et al.*, 2008].

Das Schlafapnoe-Syndrom trägt ebenfalls zur Tagesschläfrigkeit bei und sollte sogar bei IPS-PatientInnen in Betracht gezogen werden, welche nicht übergewichtig sind. Es gibt Hinweise dafür, dass dies eine häufige Komorbidität beim IPS ist und mit dem Schweregrad der Erkrankung korreliert [Pandya *et al.*, 2008].

1.5. Beitrag der Parkinsontherapie zu Verkehrsunfällen

Da IPS-PatientInnen auf eine suffiziente Behandlung ihrer vielschichtigen Symptome im Alltag angewiesen sind, diese Therapieoptionen sich jedoch beträchtlich auf verschiedene Verkehrssituationen auswirken können, wird in den nächsten Abschnitten speziell auf diese Problematik eingegangen.

1.5.1. Medikamentöse Parkinsontherapie

Die medikamentöse Parkinsontherapie variiert bezüglich den verschiedenen Stadien der Erkrankung und sollte spätestens dann eingeleitet werden, sobald die motorischen Symptome eine funktionelle Behinderung für die PatientInnen darstellen. Zurzeit stehen für die Initialtherapie Levodopa, Dopaminagonisten, MAO-B-Hemmer und Amantadine zur Verfügung, wobei Dopaminagonisten als erste Wahl bei PatientInnen bis 70 Jahre eingesetzt werden und Levodopa bei PatientInnen über 70 Jahre. Levodopa stellt auch eine Therapieoption bei atypischen Parkinson-Syndromen dar, da es zumindest im Anfangsstadium bei einem Teil der PatientInnen wirkt und am besten toleriert wird [Bohlhalter *et al.*, 2011].

Levodopa ist das Mittel der Wahl beim IPS und kann alle motorischen Symptome in frühen Krankheitsstadien lindern. Es können jedoch bereits zwei Jahre nach Therapiebeginn motorische Komplikationen der Levodopa-Therapie auftreten und 40% aller PatientInnen, die mit Levodopa therapiert werden, leiden nach vier bis fünf Jahren an diesen Komplikationen [Giroux *et al.*, 2007]. Diese unerwünschten Wirkungen können generell in zwei Kategorien aufgeteilt werden: Wirkungsfluktuationen der motorischen Symptome im Sinne von „On/Off“-Phasen“ und Dyskinesien. Bei den Wirkungsfluktuationen handelt es sich zuerst um das Wiedereinsetzen der motorischen Symptome, welches auftritt, wenn der Wirkungsspiegel des Medikaments langsam sinkt und somit der therapeutische Effekt nachlässt. Mit der Zeit können sich aber diese Fluktuationen, vom vorhersagbaren Wirkungsspiegelabfall zu zufällig einsetzenden Phänomenen verändern. Die Zeit während das Medikament wirkt und die motorischen Symptome gelindert sind, wird meist als „On“-Phase bezeichnet. Im Gegensatz dazu wird die Zeit, in welcher keine Wirkung des Medikaments zu beobachten ist als „Off“-Phase bezeichnet.

Dyskinesien sind unwillkürliche Bewegungen, die von PatientInnen nicht kontrolliert werden können und bei bis zu 40% der PatientInnen auftreten, welche länger als fünf Jahre mit Levodopa therapiert wurden [Ahlskog *et al.*, 2002]. Die Bewegungen können entweder choreatischen oder dystonischen Typs sein und sind meist ein Effekt, der einsetzt, wenn der Gipfel des Medikamentenspiegels erreicht ist [Giroux *et al.*, 2007].

Dopaminagonisten wie Ropinirol und Pramipexol behandeln motorische Symptome effektiv, vor allem wenn sie initial als Monotherapie eingesetzt werden. Diese Medikamente haben auch den großen Vorteil, dass sie die motorischen Komplikationen, welche bei der Levodopa-Therapie beobachtet werden, hinauszögern können und sollten deshalb bei PatientInnen in Betracht gezogen werden, welche ein erhöhtes Risiko haben, an diesen Komplikationen zu leiden [Giroux *et al.*, 2007].

Die MAO-B-Hemmer Selegilin und Rasagilin sind ebenfalls effektive Parkinsontherapeutika, wenn sie initial als Monotherapie eingesetzt werden [The Parkinson's Study Group, 2002]. Selegilin wird im Körper zu einem Amphetamin metabolisiert und sollte deswegen mit Vorsicht bei älteren PatientInnen eingesetzt werden und bei PatientInnen, welche an Angststörungen, kognitiven Veränderungen oder Schlaflosigkeit leiden. Rasagelin wird mögliche neuroprodektive Wirkung nachgesagt [Olanow *et al.*, 2008], weswegen manche die frühe Einnahme bei allen IPS-PatientInnen empfehlen.

Amantadin ist ein Virustatikum und NMDA-Rezeptor-Antagonist und kann bei IPS-PatientInnen als Arzneimittel eingesetzt werden, um früh auftretende Symptome oder auch im Spätstadium Dyskinesien oder akinetische Krisen zu behandeln. Es wird im Körper über die Niere ausgeschieden und sollte deswegen bei älteren PatientInnen mit reduzierter Nierenfunktion nur mit Vorsicht eingesetzt werden [Giroux *et al.*, 2007].

Im Allgemeinen können dopaminergische Medikamente manchmal die Sturzhäufigkeit bei IPS-PatientInnen reduzieren. Levodopa kann die Häufigkeit und Schwere von FOG-Episoden während den „Off“-Phasen verbessern und reduziert ebenfalls Gangunsicherheiten [Grimbergen *et al.*, 2004]. Die meisten anderen, posturalen Einschränkungen, welche oft zu Stürzen führen, lassen sich nur schlecht mit einer medikamentösen Parkinsontherapie behandeln [Carpenter *et al.*, 2004]. Das ist natürlich umso bedenklicher, da die meisten Unfälle in öffentlichen Verkehrsmitteln wahrscheinlich

auf die posturale Instabilität der PatientInnen zurückzuführen sind [Plaschg, 2008]. Die motorischen Komplikationen der medikamentösen Parkinsontherapie, wie „On/Off“-Fluktuationen kommen wahrscheinlich beim Autofahren mehr zu tragen, jedoch sind diese von PatientInnen eher vorauszusehen und werden erst bei einer längeren Fahrdauer problematisch [Grimbergen *et al.*, 2004].

1.5.2. Tiefe Hirnstimulation und deren Einfluss auf Unfälle

Bei der tiefen Hirnstimulation werden stereotaktisch Elektroden in spezifische Hirnareale implantiert, welche in diesen Bereichen abnormale, neuronale Aktivitäten modulieren. Sowohl die Stimulation von Globus pallidus internus als auch des Nucleus subthalamicus verbessern Tremor, Rigor, Bradykinese und motorische Fluktuationen bei nicht dementen PatientInnen, welche an einem fortgeschrittenen IPS leiden [Giroux *et al.*, 2007]. Im Allgemeinen lassen sich diese Symptome, welche nicht auf die medikamentöse Parkinsontherapie reagieren (posturale Instabilität, FOG und kognitive Beeinträchtigungen), auch nicht durch die tiefe Hirnstimulation beeinflussen und verschlechtern sich weiter mit dem Voranschreiten der Erkrankung. Die Effekte auf axiale Symptome, welche zu Stürzen führen, sind bis heute noch nicht vollständig verstanden, bis auf die Tatsache, dass thalamische Operationen und bilaterale Pallidotomien oft Gleichgewichtsstörungen verursachen oder verschlechtern können [Grimbergen *et al.*, 2004].

2. Rheumatoide Arthritis

Die rheumatoide Arthritis (RA) ist eine der häufigsten, chronisch-entzündlichen Systemerkrankungen, die meist zu Beginn die kleinen Gelenke (vor allem Finger und Metatarsalgelenke) symmetrisch befällt und über eine Synovialitis zur Arthritis führt. Die Prävalenz in der Allgemeinbevölkerung liegt bei etwa 1%, jedoch hat die RA eine zunehmende Inzidenz im vorangeschrittenen Alter, sodass bei Menschen über 75 Jahren die Prävalenz bei bis zu 3% liegt [Herold, 2010]. Frauen sind zwei bis drei Mal häufiger betroffen als Männer. Da die Erkrankung schubweise verläuft, kann sie, wenn sie nicht ausreichend therapiert wurde, zu Gelenksdestruktionen führen, welche im schlimmsten Fall für die PatientInnen in Immobilität und Pflegebedürftigkeit münden. Im weiteren Verlauf der Erkrankung kommt es häufig zu extraartikulären Organmanifestationen, die zumeist Herz, Lunge, Leber, Niere, Augen und das Gefäßsystem betreffen [Herold, 2010].

2.1. Spezifische Symptome, die zu Verkehrsunfällen beitragen

Nachdem sich auch bei der RA die spezifischen, motorischen Symptome negativ auf diverse Verkehrssituationen auswirken können, soll in diesem Abschnitt speziell auf diese eingegangen werden.

Am Beginn der Erkrankung kommt es zu unspezifischen Allgemeinsymptomen, wie Abgeschlagenheit, nächtliches Schwitzen, Myalgien und eventuell subfebrilen Temperaturen. Nach diesem Prodromalstadium manifestiert sich die RA typischerweise als Gelenkentzündung, deren imposantestes Symptom der Bewegungsschmerz darstellt, begleitet von Schwellung, Rötung und Überwärmung der betroffenen Gelenke. Am häufigsten sind anfänglich die Fingergrund- und proximalen Interphalangealgelenke sowie die Zehengrundgelenke symmetrisch betroffen. Weitere Frühsymptome sind die morgendliche Steifigkeit, welche über 30 Minuten andauert und Durchblutungsstörungen einzelner Finger und Zehen. Im weiteren Verlauf der Erkrankung kann es durch Gelenkentzündungen der Hand- und Ellbogengelenke zu typischen Kompressionssyndromen kommen, wie beispielsweise einem Karpaltunnel-Syndrom oder einem Sulcus-ulnaris-Syndrom [Herold, 2010].

Beinahe alle PatientInnen mit RA entwickeln im Verlauf ihrer Erkrankung Probleme der unteren Extremitäten, welche ausschlaggebend für die Sturzgefahr der Betroffenen sind. Aufgrund der häufig eingeschränkten körperlichen Aktivität, Mobilität und posturalen Stabilität sowie der reduzierten Muskelkraft und Propriozeption in den Beinen, steigt das Risiko bei diesen PatientInnen zu stürzen [Smulders *et al.*, 2009]. Die jährliche Häufigkeit von Stürzen bei PatientInnen mit RA liegt zwischen 33% und 35% [Armstrong *et al.*, 2005]. Die Sturzinzidenz, welche bei 0,62 Stürzen pro PatientIn pro Jahr liegt ist ebenfalls signifikant höher als die von gesunden, älteren Personen mit einer Inzidenz von 0,45 [O’Loughlin *et al.*, 1993]. Die posturale Instabilität lässt sich wahrscheinlich auf die Schmerzen in den Zehengrundgelenken, die verminderte Muskelkraft, welche meist Folge der körperlichen Inaktivität ist, und die eingeschränkte Propriozeption, welche durch eine Vaskulitis der Vasa nervorum und damit entstehenden Polyneuropathie zu erklären ist, zurückführen [Herold, 2010].

Über ein Drittel der PatientInnen mit RA (39%) leiden an einer Muskelschwäche der Beine, beziehungsweise an Gleichgewichtsstörungen oder haben eine eingeschränkte Bewegungsfreiheit [Jamison *et al.*, 2003]. Diese RA-PatientInnen haben auch ein bedeutend höheres Risiko zu stürzen. Eine potentielle Ursache für die hohe Inzidenz von Stürzen bei RA-PatientInnen ist die lange Krankheitsdauer (75% über 10 Jahre, 51% über 20 Jahre) [Schober *et al.*, 2011]. Dieses Zusammenspiel verschiedener Symptome und das erhöhte Sturzrisiko bei PatientInnen mit RA lässt darauf schließen, dass diese Patientengruppe ebenfalls in öffentlichen Verkehrsmitteln eher zu Stürzen neigt, da man bei der Benutzung diverser Transportmittel auf intakte Stellreflexe angewiesen ist.

Ein weiteres Symptom, welches vor allem beim Autofahren PatientInnen mit RA einschränkt, ist das verminderte Bewegungsausmaß des Atlantookzipitalgelenks. Ursache dafür ist meist eine Pannusbildung des Dens axis aufgrund der dort stattfindenden Gelenkentzündung. In einer Studie von Cranney [Cranney *et al.*, 2005] waren die zwei häufigst angegebenen Ursachen, die PatientInnen mit RA beim Autofahren behindern, Steifigkeit (51,3%) und Schmerzen (57%). Die StudienteilnehmerInnen gaben sowohl Probleme an, die vor dem eigentlichen Autofahren auftreten als auch während dem Fahren. Probleme, die vor dem Autofahren auftreten, beinhalten den Schlüssel in der Zündung umdrehen (41,6%), Türen öffnen und schließen (40,2%) und mit dem Gurt zurechtkommen (38%). Zu den Aktivitäten, die während dem Fahren zu Problemen führen, gehören Sitzen

jeglicher Zeitdauer (53%), Durchführung des „Schulterblicks“ (34%) und Festhalten des Lenkrads (28%).

Aufgrund dieser spezifischen Probleme, die mit RA einhergehen, stellt sich die Frage, ob PatientInnen, die an dieser Erkrankung leiden, häufiger in Verkehrsunfälle verwickelt sind und auch größeren Schaden daraus ziehen als gesunde Personen des selben Alters. Eine Frage, die bisher in der Literatur nicht ausreichend Berücksichtigung gefunden hat.

3. Zweck der Studie

Wie bereits in der Einleitung angeführt, hat sich das Gesundheitswesen aufgrund der Überalterung der Gesellschaft und dem ansteigenden Prozentsatz an älteren Menschen zum Ziel gesetzt, ältere Menschen körperlich aktiv und mobil zu halten. Mehrere Studien haben ergeben, dass gute Mobilität und körperliche Bewegung nicht nur Gesundheit und Wohlbefinden verbessern, sondern auch chronische Erkrankungen reduzieren.

Nachdem wie ebenso bereits dargelegt, das IPS eine typische Erkrankung im höheren Alter ist, die zahlreiche unfallsgefährdende Symptome aufweist, soll diese populationsbezogene, retrospektive Studie herausfinden, ob PatientInnen, die an einem IPS leiden, häufiger in Verkehrsunfälle involviert sind und ob sie sich dabei schwerere Verletzungen zuziehen als Menschen, die nicht an einem IPS erkrankt sind oder an einer rheumatoiden Arthritis leiden.

Es gibt bisher nur eine geringe Anzahl von Studien, die das Verletzungspotenzial bei Verkehrsunfällen in Kraftfahrzeugen untersucht haben, wie nur eine einzige, die Unfälle in öffentlichen Verkehrsmitteln in Betracht zieht.

Das Ziel der Studie liegt daher darin zu zeigen, ob IPS-PatientInnen, wenn man auch alle anderen Transportmöglichkeiten miteinbezieht, häufiger in Verkehrsunfälle verwickelt sind als Menschen des selben Alters, die nicht an einem IPS leiden, und als PatientInnen der selben Altersgruppe, die an einer rheumatoiden Arthritis leiden – RA ist auch eine motorische Erkrankung, die zu einer Verkehrseinschränkung führen kann, welche aber nicht so facettenreiche, neuropsychiatrische Nebenerscheinungen mit sich bringt, wie es bei einem IPS der Fall ist.

Der Wissenszuwachs dieser Arbeit liegt darin, dass erstmals untersucht wird, ob sich IPS-PatientInnen schwerwiegendere Verletzungen betreffend aller Verkehrsunfälle zuziehen als andere Populationsgruppen, und dass hier erstmalig der Verletzungsschweregrad anhand eines objektiven internationalen Standards, dem Injury Severity Score (ISS), gemessen wird. Mit diesen Informationen kann man Präventionsmaßnahmen entwickeln und IPS-PatientInnen frühzeitig über etwaige Gefahren aufklären.

4. *Hypothesen der Studie*

Mit Hinblick auf die oben erwähnten Informationen werden in dieser Arbeit folgende Hypothesen geprüft:

1. PatientInnen, die an einem IPS leiden und die gesamte Bandbreite an Transportmitteln benutzen, sind auf Grund ihrer motorischen und neuropsychiatrischen Symptome häufiger in Verkehrsunfälle mit schweren Verletzungen verwickelt als
 - a) Menschen im selben Alter, die nicht an einem IPS leiden, weil IPS-PatientInnen Behinderungen aufweisen, die sie speziell für Verkehrsunfälle anfälliger machen; und
 - b) PatientInnen, die an rheumatoider Arthritis leiden, weil bei diesen nur motorische Beeinträchtigungen mit unfallsgefährdenden Wirkungen auftreten.

2. Wenn sich IPS-PatientInnen durch einen VU Verletzungen zugezogen haben und an einer chirurgischen Abteilung aufgenommen werden müssen, so sind diese Verletzungen gravierender in Bezug auf den ISS, die Krankenhausaufenthaltsdauer wie auch den tödlichen Ausgang, als bei
 - a) Menschen im selben Alter, die nicht an einem IPS leiden, weil IPS-PatientInnen Behinderungen haben, die sie speziell für gravierende Unfallgeschehen anfälliger machen; sowie
 - b) PatientInnen, die an rheumatoider Arthritis leiden und keine bekannte Veranlagung zu schlechteren Verlaufsformen haben.

3. IPS-PatientInnen ziehen sich häufiger Verletzungen bei Verkehrsunfällen mit passiven Transportmitteln zu, als
 - a) Menschen im selben Alter, die nicht an einem IPS leiden, da IPS-PatientInnen aufgrund ihrer vielseitigen Symptome nicht mehr so gut aktiv am Verkehr teilnehmen können und deswegen öfter auf passive Transportmittel zurückgreifen müssen; und

- b) PatientInnen, die an rheumatoider Arthritis leiden, da diese trotz ihrer motorischen Einschränkungen nicht so sehr auf passive Verkehrsmittel angewiesen sind wie IPS-PatientInnen.
4. Wenn IPS-PatientInnen sich Verletzungen bei einem VU zuziehen, so werden sie sich häufiger Verletzungen des Kopfes und des Stamms zuziehen und weniger häufig Verletzungen der oberen Extremität haben, als
- a) Menschen im selben Alter, die nicht an einem IPS leiden, da diese noch intakte Schutzreflexe haben und somit Abwehrbewegungen mit den Händen vollziehen werden; sowie
 - b) PatientInnen, die an rheumatoider Arthritis leiden, da diese nur an motorischen Symptomen leiden und somit noch adäquate Abwehrbewegungen ausführen können.

B. Personen und Methoden

Im folgenden Abschnitt wird zunächst die retrospektive Erhebung der PatientInnen Daten und anschließend die Auswertungsmodalitäten sowie die statistische Bearbeitung der Daten beschrieben.

1. Personen

1.1. IPS-PatientInnen

1.1.1. Einschlusskriterien

Es werden nur Datensätze von PatientInnen mit einem IPS erfasst, die in den letzten zehn Jahren auf Grund eines Verkehrsunfalls an einer chirurgischen Abteilung des LKH-Universitätsklinikums Graz stationär aufgenommen wurden. Einschlusskriterien sind die ICD 10-Diagnose G20 für das IPS und zusätzliches Bestehen der ICD 10-Diagnosen U11 und/oder U12, welche einen VU codieren.

1.1.2. Ausschlusskriterien

Bei dem Vorliegen eines symptomatischen (ICD 10: G21) oder atypischen Parkinson-Syndroms (ICD 10: G22) werden die Daten nicht in die Studie aufgenommen.

1.1.3. Rekrutierung der IPS-PatientInnen

Die Daten werden aus dem Krankenhausinformationssystem des LKH-Universitätsklinikums Graz generiert und nach Einhaltung sämtlicher Ethikstandards als Exelsheets von einer Mitarbeiterin des Instituts für medizinische Informatik (G.W.) zu Verfügung gestellt. Dabei wird zunächst der Datensatz des LKH-Universitätsklinikums Graz, welcher alle PatientInnen beinhaltet, die in den letzten zehn Jahren an einer unfall-/chirurgischen Abteilung aufgenommen wurden, mittels den Suchkriterien der ICD-Diagnosen G20, sowie U11 und U12 elektronisch durchsucht.

Anschließend wurden alle Patientenakten von IPS-PatientInnen, welche in den letzten zehn Jahren auf einer unfallchirurgischen Abteilung stationär aufgenommen wurden, mittels

Freitextsuche auf verkehrsunfallrelevante Begriffe durchsucht, um auch jene PatientInnen zu erfassen, bei denen irrtümlicherweise die ICD 10-Diagnosen U11 und U12 nicht in der Krankengeschichte codiert wurden.

1.2. Rheumatoide Arthritis-PatientInnen

1.2.1. Einschlusskriterien

Die Rekrutierung eines Patienten/einer Patientin mit rheumatoider Arthritis erfolgt ebenso elektronisch und händisch. Es wurden so alle PatientInnen mit rheumatoider Arthritis durchsucht, die die ICD 10-Diagnose M05 aufwiesen und sich in den letzten zehn Jahren einer stationären Aufnahme an einer chirurgischen Abteilung des LKH-Universitätsklinikums Graz auf Grund eines Verkehrsunfalls unterziehen mussten.

1.2.2. Ausschlusskriterien

Sobald ein gleichzeitiges Vorliegen einer rheumatoiden Arthritis und eines IPS besteht, erfolgt der Ausschluss der Patientin/des Patienten aus der Studie.

1.2.3. Rekrutierung der rheumatoiden Arthritis-PatientInnen

Genauso wie bereits bei der Rekrutierung von IPS-PatientInnen beschrieben, wird der Datensatz des LKH-Universitätsklinikums Graz, welcher alle PatientInnen beinhaltet, die in den letzten zehn Jahren an einer unfall-/chirurgischen Abteilung aufgenommen wurden, mittels den Suchkriterien der ICD-Diagnosen M05, sowie U11 und U12 durchsucht.

Außerdem wurden auch hier alle Patientenakten von RA-PatientInnen, welche in den letzten zehn Jahren auf einer unfallchirurgischen Abteilung stationär aufgenommen wurden, mittels Freitextsuche auf verkehrsunfallrelevante Begriffe durchsucht, um auch jene PatientInnen zu erfassen, bei denen irrtümlicherweise die ICD 10-Diagnosen U11 und U12 nicht in der Krankengeschichte codiert wurden.

1.3. Gesunde Kontrollpersonen

1.3.1. Einschlusskriterien

Personen über dem 65. Lebensjahr, die in den letzten zehn Jahren auf Grund eines Verkehrsunfalls an einer chirurgischen Abteilung des LKH-Universitätsklinikums Graz stationär aufgenommen wurden und nicht die Diagnose idiopathisches IPS (ICD 10: G20) oder RA (ICD 10: M05) aufweisen, werden in die Kontrollgruppe aufgenommen.

1.3.2. Ausschlusskriterien

Wenn eine Person das Alter von 65 Jahren unterschreitet, erfolgt der Ausschluss aus der Studie, sowie bei gleichzeitigem Vorliegen einer ICD 10-Diagnose G20 (IPS) oder M05 (RA).

1.3.3. Rekrutierung der Kontrollpersonen

Auch für die Kontrollgruppe wird der Datensatz des LKH-Universitätsklinikums Graz, welcher alle PatientInnen beinhaltet, die in den letzten zehn Jahren an einer unfallchirurgischen Abteilung des LKH-Universitätsklinikums Graz aufgenommen wurden, mittels den Suchkriterien der ICD-Diagnosen U11 und U12 durchsucht.

Aus diesem generierten Datensatz werden die relevanten Kontrollpersonen ausgelesen und durch einen vorgegebenen Algorithmus wird eine gender- und altersgematchedte Kontrollgruppe erstellt, welche dieselbe Größe wie die der IPS-Gruppe aufweist. Dabei wird für die IPS-PatientInnen jeweils ein/e Patient/in im selben Alter aus dem Datensatz der Kontrollpersonen entnommen.

2. Methoden

Der Fokus dieser Studie liegt darin, die verschiedenen PatientInnengruppen miteinander hinsichtlich der Verletzungsschweregrade und der Verletzungsmuster zu vergleichen. Die Verletzungsschweregrade wurden mittels dem Injury Severity Score (ISS), der Anzahl der Behandlungstage, dem Operationsbedarf, der Intensivpflichtigkeit und der Sterberate berechnet. Die Verletzungsmuster wurden damit eruiert, dass alle Verletzungen, die sich ein/e Proband/in bei einem VU zugezogen hat, den verschiedenen Körperregionen zugeordnet wurden.

2.1. Verletzungsschweregrade

2.1.1. Injury Severity Score (ISS)

Der ISS ist ein anatomisches Bewertungssystem, welches eine Gesamtbewertung des Verletzungsausmaßes bei PolytraumapatientInnen liefert. Jeder Verletzung wird ein Wert vom *Abbreviated Injury Score* (AIS) und einer der sechs verschiedenen Körperregionen (Kopf, Gesicht, Thorax, Abdomen, Extremitäten, Haut/Weichteile) zugeordnet. Wenn in einer Körperregion mehrere Verletzungen aufgetreten sind, wird nur jene zur Berechnung des ISS herangezogen, welche den höchsten AIS-Wert hat. Die drei am schwersten verletzten Körperregionen werden dann hervorgehoben und die jeweils höchsten AIS-Werte werden quadriert. Die Summe dieser Quadrate ergibt dann den ISS-Wert.

Der ISS-Wert kann Werte von 0 bis 75 annehmen. Wenn nur eine einzige Verletzung bei einem Polytrauma den AIS-Wert von 6 (derzeit nicht behandelbar Verletzung) erreicht, wird der ISS-Wert automatisch auf 75 berechnet. Der ISS ist das einzige anatomische Bewertungssystem, welches linear mit Mortalität, Morbidität und Krankenhausaufenthaltsdauer korreliert.

Die Schwächen des ISS sind, dass sobald ein Fehler bei der AIS-Bewertung stattfindet, indem man eine Verletzung zum Beispiel statt kritisch nur als moderat einstuft, die Fehlerquelle beim ISS steigt; viele verschiedene Verletzungsmuster denselben ISS-Wert bekommen können und die Verletzungen nicht nach den verschiedenen Körperregionen gewichtet werden [Baker *et al.*, 1974].

Tabelle 1: Beispiel zur Berechnung des ISS

Körperregion	Verletzung	AIS	Höchster AIS	Quadrat
Kopf+Hals	Zerebrale Kontusion	3	3	9
Gesicht	Keine Verletzung	0		
Thorax	Instabiler Thorax	4	4	16
Abdomen	Kleine Leberkontusion	2	5	25
	Komplexe Milzruptur	5		
Extremitäten	Femurfraktur	3		
Haut/Weichteile	Keine Verletzung	0		
Injury Severity Score				50

- **Abbreviated Injury Scale (AIS)**

Die AIS ist ein anatomisches Bewertungssystem, welches einzelne Verletzungen hinsichtlich ihrer Überlebenschance bemisst. Die Verletzungen werden auf einer Skala von 1 bis 6 eingeteilt [siehe Tabelle 2], wobei 1 eine leichtgradige, 5 eine kritische und 6 eine unüberlebende Verletzung bedeutet [Baker *et al.*, 1974]. Der jeweils einer Verletzung zugeordnete AIS-Wert lässt sich aus einer Liste entnehmen.

Tabelle 2: AIS-Bewertung

AIS	Verletzung
1	leicht
2	moderat
3	ernst
4	schwer
5	kritisch
6	nicht mehr behandelbar

2.1.2. Anzahl der Behandlungstage

Die Anzahl der Behandlungstage wurde aus den Krankengeschichten mit Hilfe des Aufnahmedatums und des Entlassungsdatums im stationären Bereich berechnet.

2.1.3. Operationsbedarf, Intensivpflichtigkeit und Outcome

Anhand der Krankengeschichten, wurde mittels dem Verlauf, dem Prozedere und den während des stationären Aufenthalts stattgefundenen Leistungen herausgesucht, ob und wie viele Operationen bei einem Probanden durchgeführt wurden; ob ein/e Proband/in intensiv-medizinisch versorgt werden musste und ob es einen letalen Ausgang bei jemandem gab oder nicht.

2.2. Verletzungsmuster

Um das Verletzungsmuster herauszufinden, wurden alle Verletzungen, welche sich ein/e Proband/in bei einem VU zugezogen hat, den vier Körperregionen Kopf/Hals, Rumpf, obere und untere Extremität zugeordnet. Bei der Zuordnung wurde die Anzahl mehrerer Verletzungen innerhalb einer Körperregion außer Acht gelassen. Stattdessen wurde nur eruiert, ob eine Region von Verletzungen betroffen war oder nicht.

3. Statistische Analyse

3.1. Korrelationen

Mittels bivariaten Korrelationen wurden die Beziehungen zwischen zwei unterschiedlichen Variablen erhoben. Nachdem die zu untersuchenden Gruppen vom Alter her nicht normalverteilt sind, wurde zur Berechnung dieser Variablen in Bezug zu ISS und Aufenthaltsdauer der Spearman-Korrelationskoeffizient verwendet. Als signifikanter Wert wurde ein p-Wert $\leq 0,05$ angenommen.

3.2. Chi-Quadrat-Test

Mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests wurde die Häufigkeit des Vorliegens bestimmter Merkmale innerhalb der verschiedenen Gruppen miteinander verglichen. So wurde hier Operationsbedarf, Intensivpflichtigkeit und Outcome der IPS-PatientInnen mit denen der Kontrollgruppe verglichen. Beim Chi-Quadrat-Test wurde ebenfalls als signifikanter Wert ein p-Wert $\leq 0,05$ angenommen [Plaschg, 2008].

3.3. U-Test nach Mann und Whitney

Der Mann-Whitney-U-Test wurde bei zwei unabhängigen Stichproben herangezogen, um deren Mittelwerte zu vergleichen, wenn diese nichtnormalverteilte, intervallskalierte Variablen beinhalteten. Bei unseren Untersuchungen wurde innerhalb der Gruppen hinsichtlich des Geschlechts in Bezug auf den ISS und die Aufenthaltsdauer analysiert. Beim Mann-Whitney-U-Test wurde ebenfalls als signifikanter Wert ein p-Wert $\leq 0,05$ angenommen.

Für die Analyse der Datensätze wurde das Statistikprogramm IBM SPSS Statistics, Version 21, herangezogen [IBM Corporation, 2012].

C. Ergebnisse

1. Demographische Daten

1.1. Demographische Daten aller PatientInnen

Im Untersuchungszeitraum wurden an allen chirurgischen Abteilungen des LKH-Universitätsklinikums Graz 270.494 PatientInnen stationär aufgenommen.

Vom Institut für medizinische Informatik wurde im Zeitraum von 2003 bis 2013 ein Datensatz erstellt, welcher alle PatientInnen beinhaltet, die aufgrund eines Verkehrsunfalls mit der ICD-10 Diagnose U11 oder U12 an der unfallchirurgischen Abteilung des LKH-Universitätsklinikums Graz aufgenommen wurden. Dieser Datensatz beinhaltete insgesamt 1718 Personen, davon 1118 Männer (65%) und 600 Frauen (35%), mit einem Durchschnittsalter von $39,96 \pm 17,34$ Jahren (zwischen 13 und 95 Jahren).

Von diesen Unfallopfern waren insgesamt 191 PatientInnen (11,12%), 102 Männer und 89 Frauen, über 65 Jahre alt. 18 Personen litten zum Zeitpunkt des Verkehrsunfalls an einem IPS und 173 Personen hatten keine neurologischen Nebendiagnosen. Das Durchschnittsalter dieser Gruppe betrug $74,44 \pm 7,045$ Jahren (zwischen 65 und 95 Jahren).

Nur die Daten dieser über 65-jährigen PatientInnen wurden für die weitere statistische Analyse bezüglich des Vergleichs der Verkehrsunfallshäufigkeit verwendet. Außerdem wurden von den 173 PatientInnen, welche nicht an einem IPS leiden, die alters- und gendergematchedte Kontrollgruppe erstellt.

1.2. Demographische Daten der IPS-Gruppe

Im Untersuchungszeitraum wurden 707 IPS-PatientInnen, davon 335 Frauen (47,38%) und 372 Männer (52,62%) mit einem Durchschnittsalter von $77,98 \pm 8,55$ Jahren (zwischen 42 und 105 Jahren) an einer chirurgischen Abteilung stationär aufgenommen. 18 PatientInnen von diesen, 13 Männer (72,22%) und 5 Frauen (27,78%), wurden aufgrund von Verletzungen, welche sie sich im Rahmen eines Verkehrsunfalls (VU) zugezogen haben,

stationär aufgenommen. Das Durchschnittsalter dieser 18 IPS-PatientInnen liegt bei 75,28 ± 7,75 Jahren (zwischen 66 und 88 Jahren). Eine detaillierte Übersicht über die Charakteristika der verunfallten IPS-PatientInnen findet sich in Tabelle 3 sowie Abb. 1 und 2.

Tabelle 3: Charakteristika der verunfallten IPS-PatientInnen

Pat.	Geschlecht	Alter	Verkehrsmodi	ISS	Dauer	Region
1	männlich	66	unbekannt	9	8	Land
2	männlich	72	Fußgänger	9	15	Land
3	männlich	67	unbekannt	4	31	Land
4	männlich	80	unbekannt	17	3	Land
5	männlich	66	Auto	9	8	Land
6	männlich	86	Zug	4	23	Stadt
7	männlich	66	Auto	9	2	Land
8	männlich	81	unbekannt	4	7	Land
9	männlich	88	Bus	9	18	Stadt
10	männlich	68	Fahrrad	8	8	Stadt
11	männlich	74	Straßenbahn	9	3	Stadt
12	männlich	87	Auto	4	2	Land
13	männlich	77	unbekannt	10	2	Land
14	weiblich	79	Auto	13	17	Stadt
15	weiblich	77	Auto	8	3	Stadt
16	weiblich	83	unbekannt	9	5	Stadt
17	weiblich	70	unbekannt	20	8	Land
18	weiblich	68	Auto	10	9	Stadt

Von den 18 IPS-PatientInnen ist ein Patient als Fußgänger zu Sturz gekommen; ein Patient ist während des Radfahrens gestürzt; und sechs PatientInnen waren in einen Autounfall verwickelt. Ein Patient ist im Zug gestürzt, ein anderer im Autobus und ein dritter in der Straßenbahn.

Bei insgesamt sieben PatientInnen war das Unfallgeschehen nicht aus der Krankengeschichte zu beurteilen.

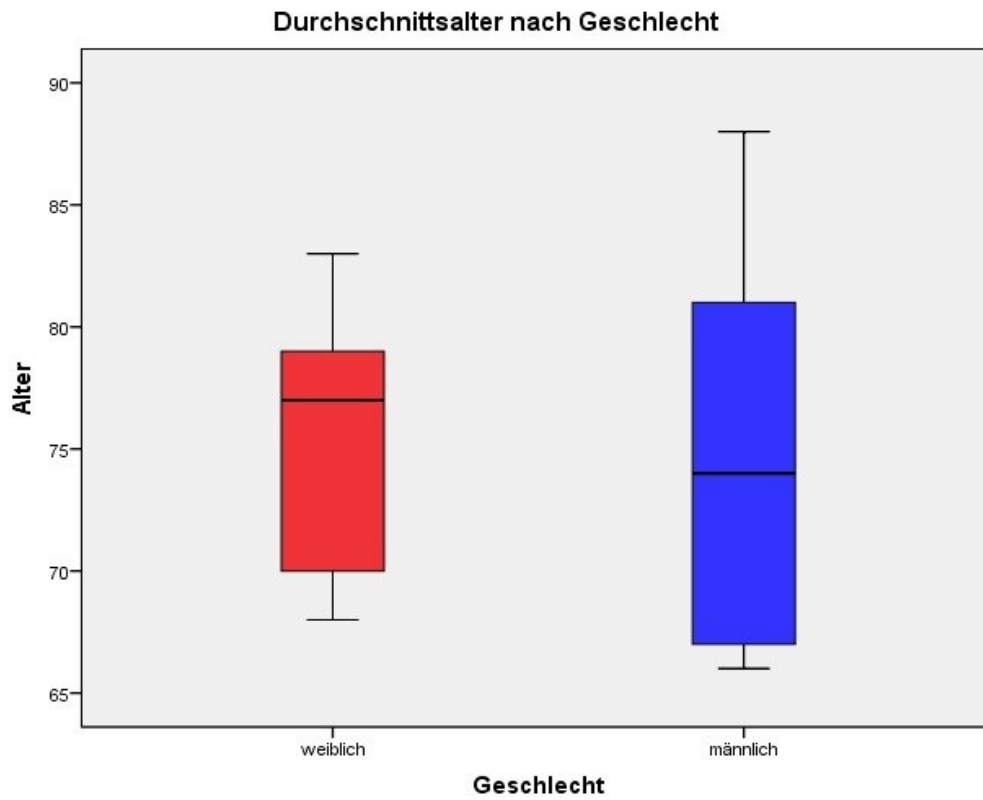


Abbildung 1: Durchschnittsalter der IPS-Gruppe nach Geschlecht

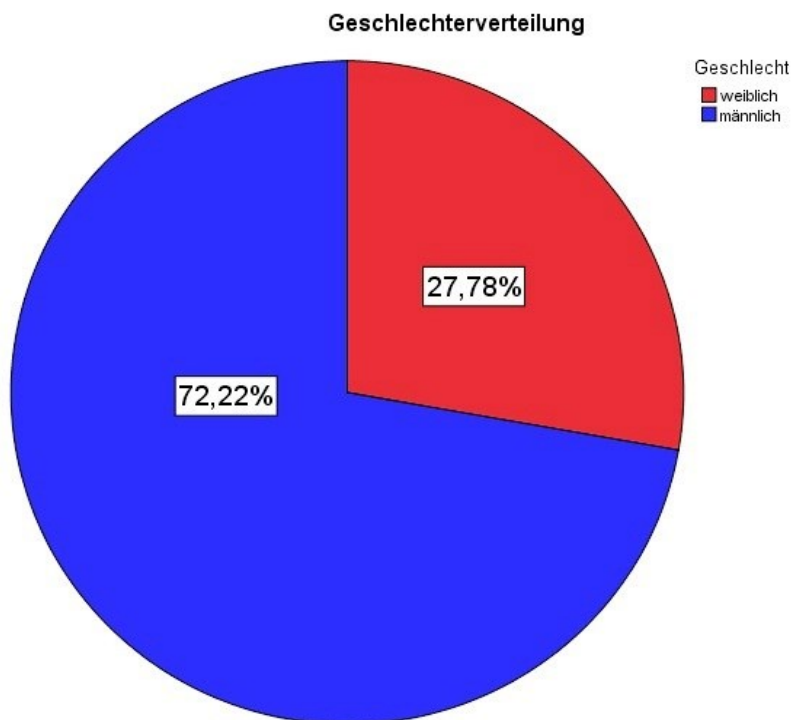


Abbildung 2: Geschlechterverteilung der IPS-Gruppe

1.3. Demographische Daten der rheumatoiden Arthritis-Gruppe

In dem Zeitraum, in welchem diese Studie stattgefunden hat, gab es weder bei der elektronischen Durchforstung aller Datensätze des LKH-Universitätsklinikums Graz, noch bei der Freitextsuche aller PatientInnen, welche an einer rheumatoiden Arthritis leiden und in den letzten zehn Jahren an der unfallchirurgischen Abteilung aufgenommen wurden, einen einzigen Patienten, welcher auf Grund eines Verkehrsunfalls am LKH-Universitätsklinikums Graz stationär aufgenommen wurde.

Daher konnte das Verletzungsmuster und die Verletzungsschwere dieser Patientengruppe nicht mit denen der IPS-Gruppe verglichen werden.

1.4. Demographische Daten der Nicht-IPS-Gruppe

Im Untersuchungszeitraum wurden 173 PatientInnen über 65 Jahre an der unfallchirurgischen Abteilung aufgrund eines Verkehrsunfalls stationär aufgenommen. Diese Patientengruppe besteht aus 84 Frauen (48,56%) und 89 Männern (51,44%), welche ein Durchschnittsalter von $74,35 \pm 6,89$ Jahren (zwischen 65 und 95 Jahren) hatten.

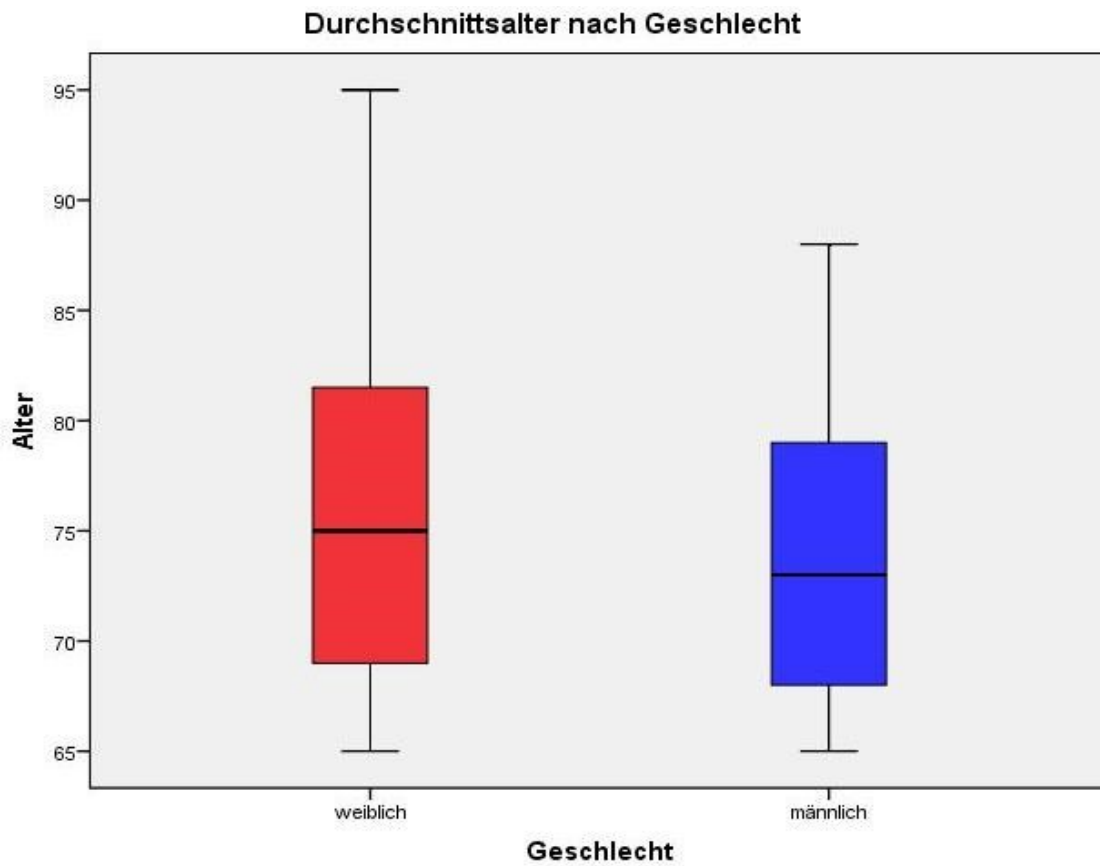


Abbildung 3: Durchschnittsalter der N-IPS Gruppe nach Geschlecht

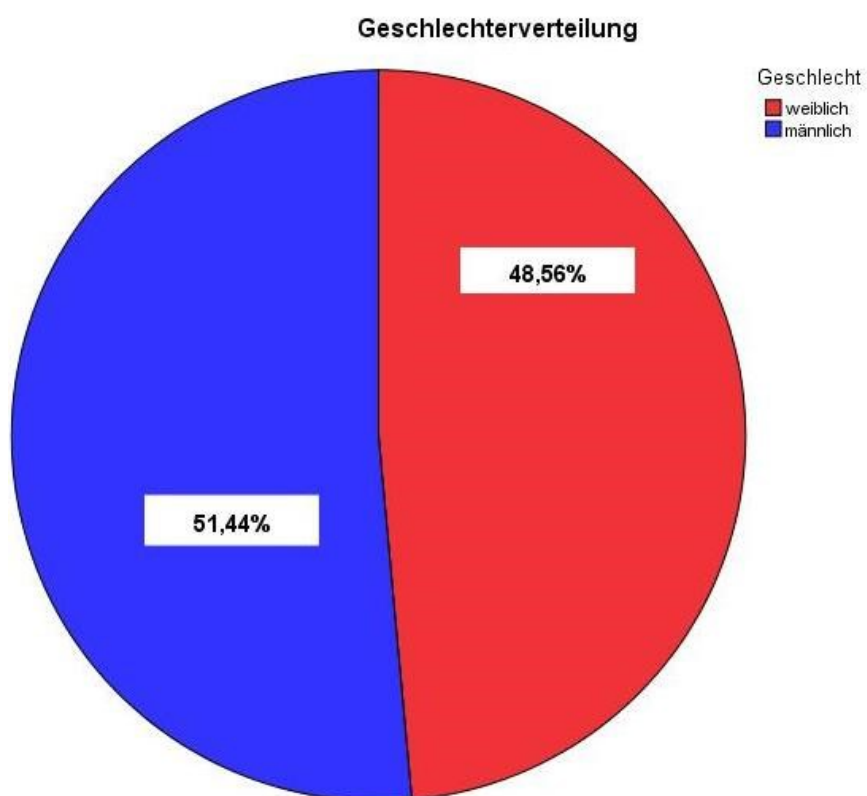


Abbildung 4: Geschlechterverteilung der N-IPS Gruppe

1.5. Demographische Daten der gematchedten PatientInnen

Für jeden der 18 IPS-PatientInnen wurde nach dem oben angegebenen Algorithmus jeweils ein verunfallter Nicht-IPS-Patient gesucht. Diese gender- und altersgematchedte Kontrollgruppe besteht, genau wie die IPS-Gruppe, aus 18 Personen, davon 13 Männer und 5 Frauen, mit einem Durchschnittsalter von $75,28 \pm 7,75$ Jahren (zwischen 66 und 88 Jahren).

Von diesen PatientInnen sind zwei Personen als Fußgänger von einem Kfz angefahren worden, drei Personen sind mit dem Fahrrad verunfallt, wobei zwei davon gestürzt sind und eine Frau mit dem Fahrrad von einem Auto angefahren worden ist. Drei weitere PatientInnen sind mit einem Kraftfahrzeug verunfallt, wobei zwei davon mit einem Motorrad gestürzt sind und einer einen Traktorunfall erlitt.

Bei zehn PatientInnen konnte der Unfall nicht mittels der Krankengeschichten eruiert werden. Zusammengenommen ergeben beide Gruppen insgesamt 36 Personen bestehend aus 26 Männern und 10 Frauen. Das Durchschnittsalter dieser PatientInnen liegt bei $75,31 \pm 7,68$ Jahren (zwischen 66 und 88 Jahren). Eine detaillierte Beschreibung der Charakteristika dieser zwei Gruppen findet sich nachstehend in Tabelle 4.

Insgesamt sind drei Personen als Fußgänger, vier Personen als Fahrradfahrer, drei Personen in öffentlichen Verkehrsmitteln und neun Personen als Insassen eines Kfz verunfallt (Abb. 5). Bei 17 Studienteilnehmern war der Hergang des Verkehrsunfalls nicht aus der Krankengeschichte erhebbar. Die Zahlen zeigen, dass sich für die meisten Parameter sinnvollerweise aufgrund der kleinen Subgruppen, keine statistischen Analysen durchführen ließen. Wir beschränkten uns daher allein auf die Berechnung der Verletzungsschweregrade nach dem ISS und dem Verletzungsmuster, aber auch hier sind die Ergebnisse eher mit Vorsicht zu interpretieren.

Tabelle 4: Charakteristika der alters- und geschlechtsgematchten IPS- und Kontrollgruppe.

	IPS	Ko (N-IPS)	p
Anzahl	18	18	p=1
Alter	75,28 ± 7,75	75,28 ± 7,75	p=1
Geschlecht (M/F)	13/5	13/5	p=1
Verkehrsmodi:			
Fahrrad	1	3	p=0,046
Fußgänger	1	2	p=0,083
Kfz	6	3	p=0,003
Öffentliche Verkehrsmittel	3	0	p=0,157
Region (Stadt)	8	7	p=0,157
Region (Land)	10	11	p=0,157

So sind in unserer Studie Personen aus der Kontrollgruppe signifikant häufiger mit dem Fahrrad verunfallt als IPS-PatientInnen ($\chi^2=4$, $p=0,046$). Außerdem sind IPS-PatientInnen signifikant öfter mit einem Kfz in einen Unfall verwickelt gewesen als Kontrollpersonen, mit einem Chi-Quadrat-Wert von 9 und einem p-Wert von 0,003. Bei den anderen Charakteristika in oben stehender Tabelle wurden keine weiteren signifikanten Unterschiede herausgefunden.

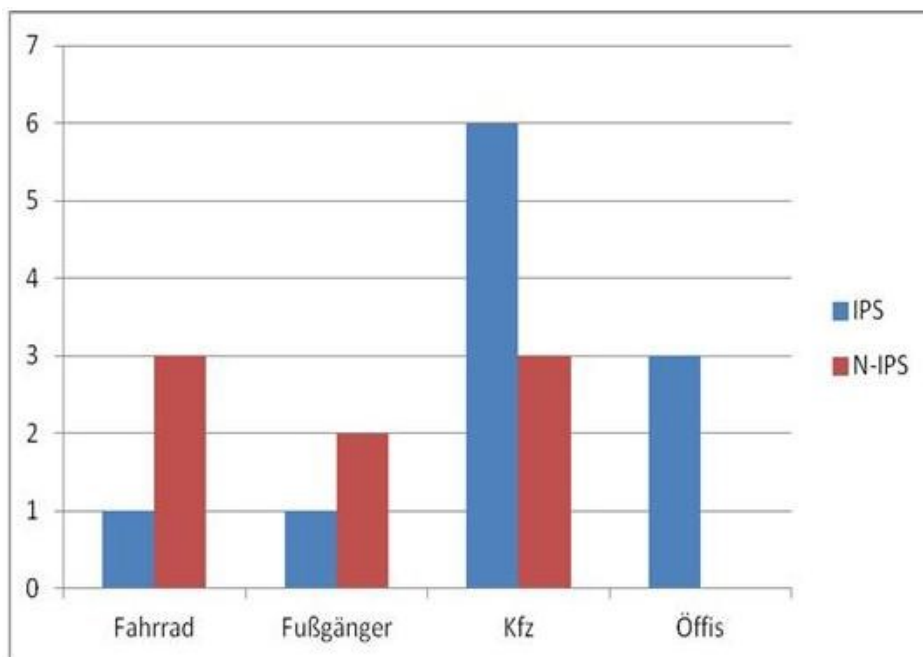


Abbildung 5: Art der Verkehrsmodi getrennt nach Gruppen

2. VU-Verletzungsprävalenz

2.1. Anteil der VU-bedingten Verletzungen an den Gesamtverletzungen

Der Anteil der VU-bedingten Verletzungen, die im Untersuchungszeitraum zu einer stationären Aufnahme an der Unfallchirurgie führten, ist bei IPS-PatientInnen signifikant größer als derjenige in der Kontrollgruppe (IPS = 2,5% vs. Ko = 0,6%; $\text{Chi}^2 = 41,732$, $p < 0,001$). In der nachfolgenden Tabelle sind die absoluten Zahlen der beiden untersuchten Gruppen zusammengefasst, aufgeteilt danach, ob ein VU zur stationären Aufnahme geführt hat (VU), oder nicht (N-VU).

Tabelle 5: Anteil der Verkehrsunfälle bei stationären Patienten mit und ohne IPS.

Aufnahmegrund	IPS	N-IPS	Gesamt
N-VU	689 (97,5%)	268.105 (99,4%)	268.345 (99%)
VU	18 (2,5%)	1682 (0,6%)	1.700 (1%)
Gesamt	707 (100%)	269.787 (100%)	270.045 (100%)

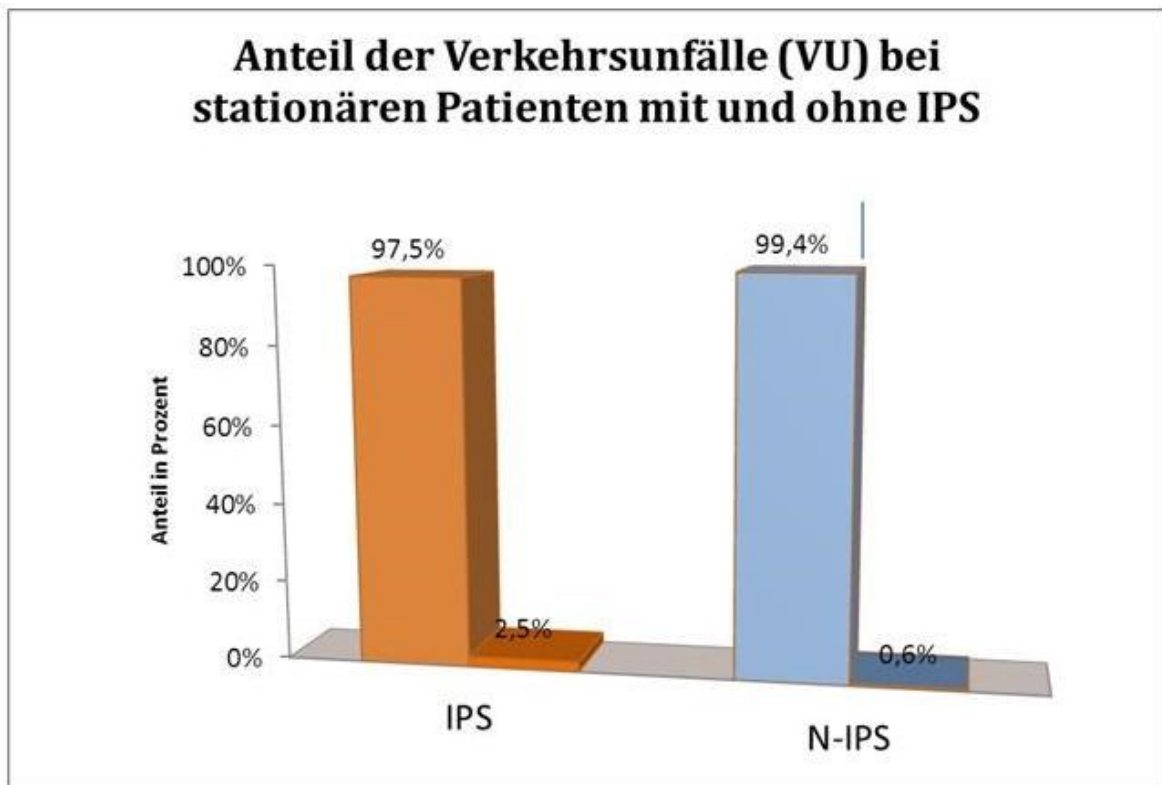


Abbildung 6: Anteil der Verkehrsunfälle (VU) bei stationären Patienten mit und ohne IPS.

2.2. Relative Häufigkeit der VU-bedingten Verletzungen als Anteil der Gesamtpopulation

Aus einem offiziell von der KAGES für das LKH-Universitätsklinikum Graz angegebenen Einzugsgebiet von 1.6 Millionen Einwohnern [KAGES, 2013], gibt es bei einem aus der Statistik Steiermark errechneten Anteil von 19,2% von über 65-jährigen, also insgesamt 307.200 Senioren und 294.912 ohne Diagnose IPS. Von diesen verunfallten im Untersuchungszeitraum 173 so schwer, dass sie stationär aufgenommen werden mussten. Von den errechneten 6.144 IPS-PatientInnen mussten 18 nach Unfällen aufgenommen werden. Die relative Häufigkeit von IPS-PatientInnen wegen unfallbedingter Verletzungen aufgenommen zu werden ist daher signifikant höher als die der altersentsprechenden Population ohne IPS-Diagnose (IPS = 0,29% vs. Ko = 0,06%; $\chi^2 = 18,026$, $p < 0,001$).

Tabelle 6: Relative Häufigkeit der VU-bedingten Verletzungen als Anteil der Gesamtpopulation.

	Ko	IPS	RA	Gesamt
VU	173 (0,06%)	18 (0,29%)	0 (0%)	191 (0,06%)
kein VU	294.739 (99,94%)	6.126 (99,71%)	6.144 (100%)	307.009 (99,94%)
Gesamt	294.912 (100%)	6.144 (100%)	6.144 (100%)	307.200 (100%)

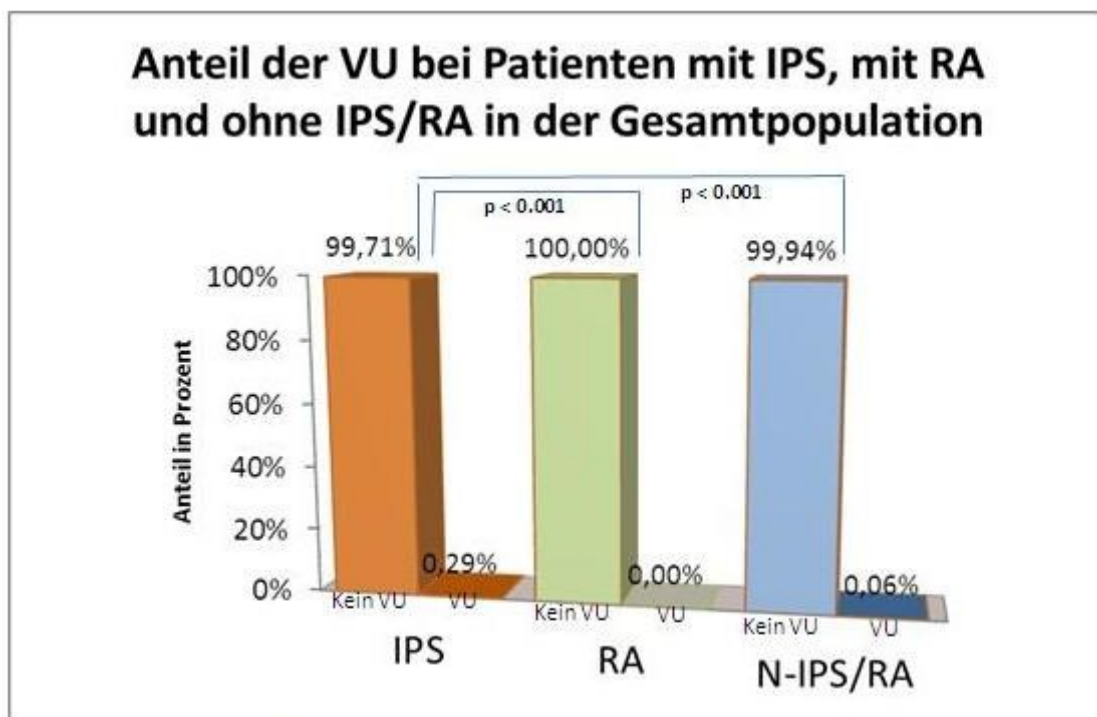


Abbildung 7: Relative Häufigkeit der VU-bedingten Verletzungen als Anteil der Gesamtpopulation.

3. *Verkehrsunfallsmodi*

3.1. Verkehrsunfallsmodi der IPS-Gruppe

Von den 18 IPS-PatientInnen ist ein Patient als Fußgänger verunfallt, ein Patient als Radfahrer und sechs PatientInnen sind mit dem Auto verunfallt. Ein Patient ist im Zug gestürzt, ein anderer im Autobus und ein dritter in der Straßenbahn.

Bei sieben PatientInnen war das Unfallgeschehen nicht aus der Krankengeschichte zu beurteilen.

3.2. Verkehrsunfallsmodi der Nicht-IPS-Gruppe

Von diesen 173 über 65-jährigen PatientInnen sind 19 Personen als Fußgänger verunfallt, 36 Personen waren mit einem Kraftfahrzeug in einen VU verwickelt, wobei davon 20 PatientInnen ein Auto und 16 PatientInnen ein Motorrad benutzten. 17 PatientInnen sind mit dem Fahrrad gestürzt, eine Patientin kam in der Straßenbahn zu Fall und bei 100 PatientInnen konnte der Unfallhergang nicht mittels der Krankengeschichten eruiert werden.

3.3. Verkehrsunfallsmodi der gematchedten PatientInnen

Von den 18 PatientInnen der gender- und altersgematchedten Kontrollgruppe sind zwei Personen als Fußgänger von einem Kraftfahrzeug angefahren worden; drei Personen sind mit dem Fahrrad verunfallt, wobei zwei davon gestürzt sind und eine Frau mit dem Fahrrad von einem Auto angefahren worden ist. Drei weitere PatientInnen sind mit einem Kraftfahrzeug verunfallt, wobei zwei davon mit einem Motorrad gestürzt sind und einer einen Traktorunfall erlitt.

Bei zehn PatientInnen konnte der Unfall nicht mittels der Krankengeschichten eruiert werden.

3.4. Gruppenvergleich der Verkehrsunfallsmodi zwischen IPS- und Nicht-IPS-Gruppe

Es besteht im Vergleich zur Kontrollgruppe bei den IPS-PatientInnen ein besonders hoher Anteil an in öffentlichen Verkehrsmitteln Verletzten, die stationär aufgenommen werden mussten (IPS = 25% vs. Ko = 6%; $\text{Chi}^2 = 7,215$, $p = 0,057$). Zur besseren statistischen Auswertung wurden aufgrund der geringen Anzahl der Elemente in den Untergruppen der IPS-Gruppe, die unterschiedlichen VU-modi zu drei größeren Subgruppen zusammengefasst. Allerdings muss dieses Resultat dennoch aufgrund dieser geringen Anzahl der PatientInnen in der IPS-Gruppe und vor allem auch der großen Anzahl an nicht klassifizierbaren VU-modi mit größter Vorsicht betrachtet werden.

In nachfolgender Tabelle sind von der gesunden Kontrollgruppe alle Altersgruppen eingeschlossen worden, um eine bessere Übersicht über die verschiedenen VU-modi auch außerhalb der älteren Bevölkerungsschicht zu gewinnen. Von den 1682 verunfallten Personen, welche nicht an einem IPS leiden, konnte der Unfallhergang nur bei 637 Personen aus deren Krankengeschichten entnommen werden.

Tabelle 7: Gruppenvergleich der Verkehrsmodi zwischen IPS- und Nicht-IPS-Gruppe.

	Kontrolle	IPS
Privat/Motorisiert	472 (74%)	7 (58%)
Privat/Nichtmotorisiert	127 (20%)	2 (17%)
Öffentlich	38 (6%)	3 (25%)
Gesamt	637 (100%)	12 (100%)

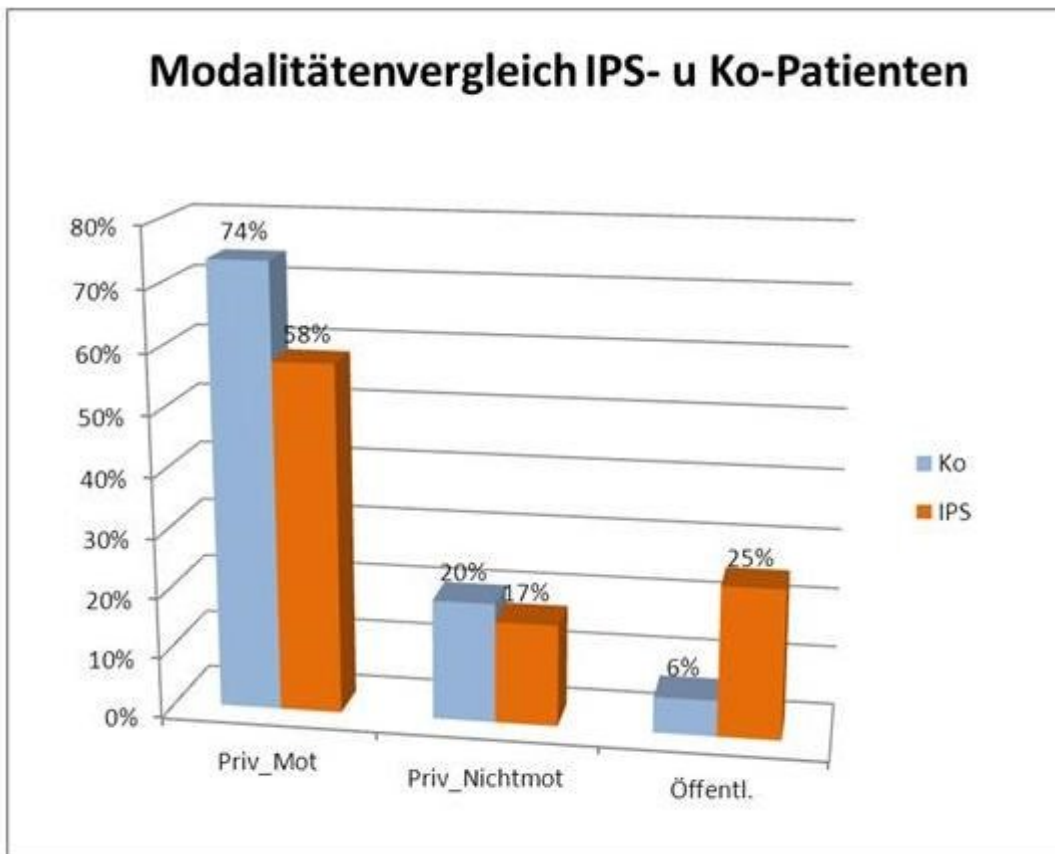


Abbildung 8: Gruppenvergleich der VU-modi zwischen IPS- und Nicht-IPS-Gruppe.

4. Verletzungsschwere

4.1. Verletzungsschweregrade der IPS-PatientInnen

Von den 18 IPS-PatientInnen, liegt der Mittelwert des berechneten ISS bei $9,17 \pm 4,23$ (zwischen 4 und 20). Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer der untersuchten Personen beträgt $9,56 \pm 8,17$ Tage (zwischen 2 und 31 Tage). Insgesamt mussten elf PatientInnen (61,1%) operativ versorgt werden, davon sieben Männer und vier Frauen. Zwei PatientInnen (11,1%) mussten während ihres stationären Aufenthalts auf einer Intensivstation überwacht werden, jeweils eine Frau und ein Mann. Unter allen StudienteilnehmerInnen der IPS-Gruppe gab es keinen einzigen letalen Ausgang.

Die statistische Analyse der Korrelationen innerhalb der Gruppe wurde mittels Spearman-Korrelationskoeffizienten durchgeführt. Die einzigen Variablen, die hierbei miteinander korrelierten, waren die Aufenthaltsdauer mit stattgefundenen Operationen, mit einem p-Wert von 0,003. Außerdem wurden die Mittelwerte innerhalb der Gruppe anhand des Geschlechts verglichen, jedoch ergab sich auch bei dieser Analyse keine bedeutende Signifikanz. Es wäre nur ein statistischer Trend zwischen Geschlecht und ISS zu verzeichnen mit einem p-Wert von 0,092.

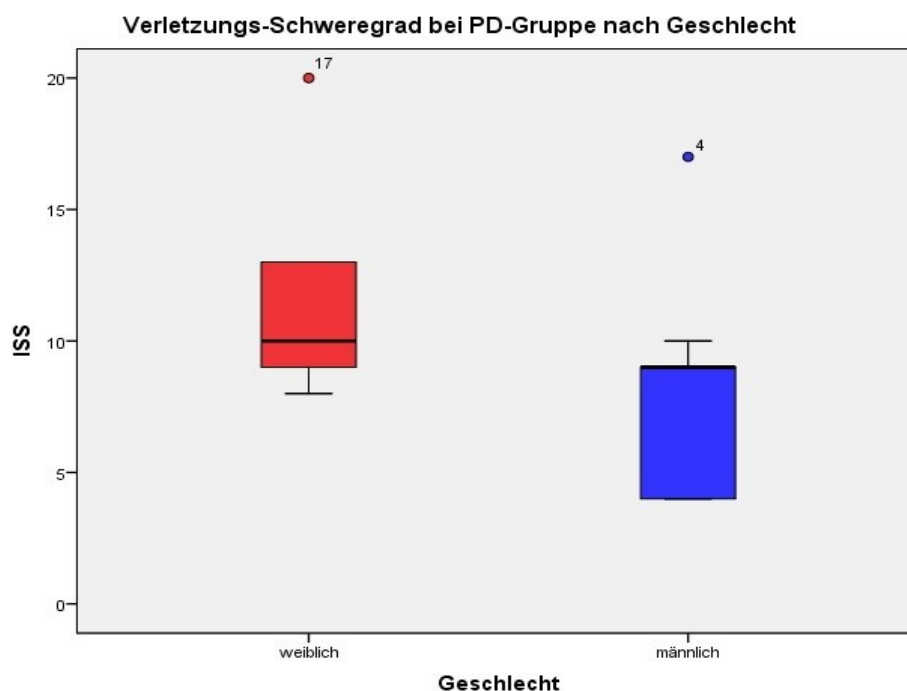


Abbildung 9: ISS-Werte der IPS-Gruppe nach Geschlecht

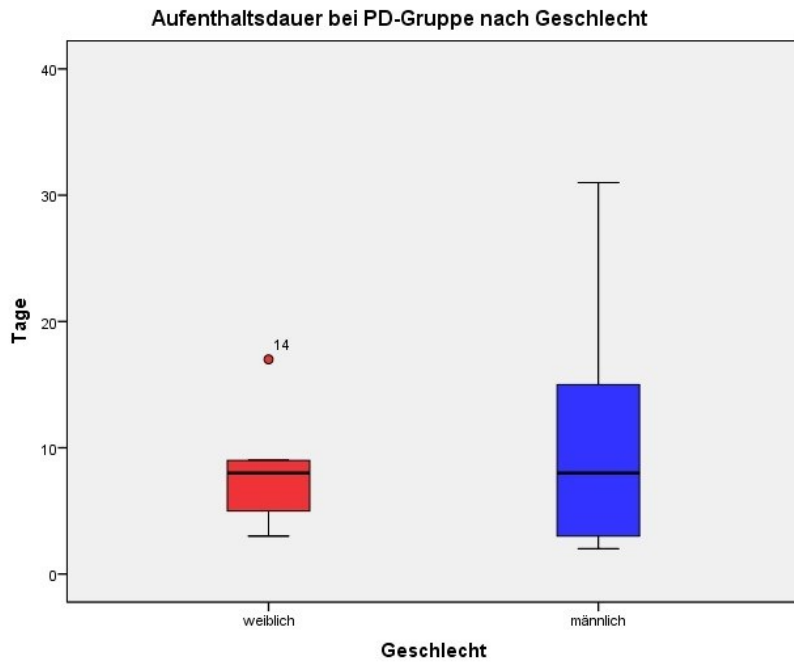


Abbildung 10: Aufenthaltsdauer der IPS-Gruppe nach Geschlecht

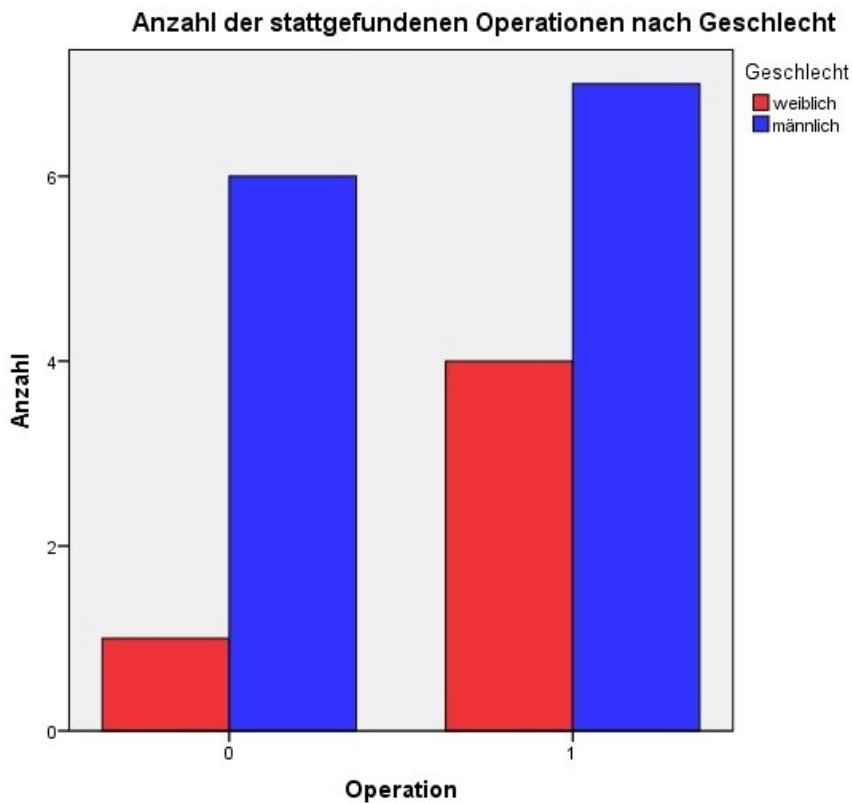


Abbildung 11: Operations-Anzahl, getrennt nach Geschlecht in der IPS-Gruppe

In der IPS-Gruppe wurden vier (80%) der fünf Frauen und sieben (53,85%) der insgesamt dreizehn Männer operativ versorgt.

4.2. Verletzungsschweregrade der Kontrollgruppe

Von den 18 Personen der Kontrollgruppe liegt der Mittelwert des berechneten ISS bei $8,44 \pm 6,13$ (zwischen 1 und 22). Die durchschnittliche Aufenthaltsdauer der KontrollpatientInnen beträgt $10,78 \pm 9,32$ Tage (zwischen 4 und 39 Tage). Insgesamt mussten elf PatientInnen (61,1%) operativ versorgt werden, darunter fielen sechs Männer und fünf Frauen. Drei PatientInnen (16,7%) mussten während des stationären Aufenthalts auf einer Intensivstation medizinisch betreut werden, davon zwei Männer und eine Frau. Unter allen StudienteilnehmerInnen der Kontrollgruppe gab es keinen einzigen letalen Ausgang.

In der statistischen Analyse innerhalb der Kontrollgruppe ergaben sich nach Spearman signifikante Korrelationen zwischen dem Geschlecht und der Aufenthaltsdauer (mit einem p-Wert von 0,008) sowie den stattgefunden Operationen (mit einem p-Wert von 0,037). Weiters existiert auch in dieser Gruppe eine signifikante Korrelation zwischen Aufenthaltsdauer und stattgefundenen Operationen, mit einem p-Wert von 0,01. Anschließend wurden die Mittelwerte innerhalb der Gruppe anhand des Geschlechts verglichen, in welchen sich ebenfalls eine Signifikanz in Aufenthaltsdauer (nach dem t-Test ein p-Wert von 0,005) und Operationen (nach dem t-Test ein p-Wert von 0,037) ergab.

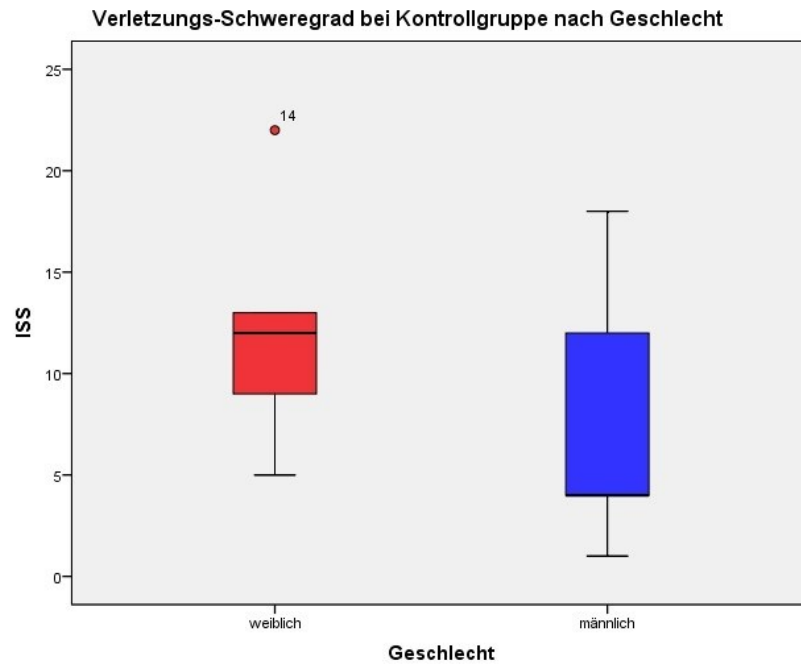


Abbildung 12: ISS-Werte der Kontrollgruppe, getrennt nach Geschlecht

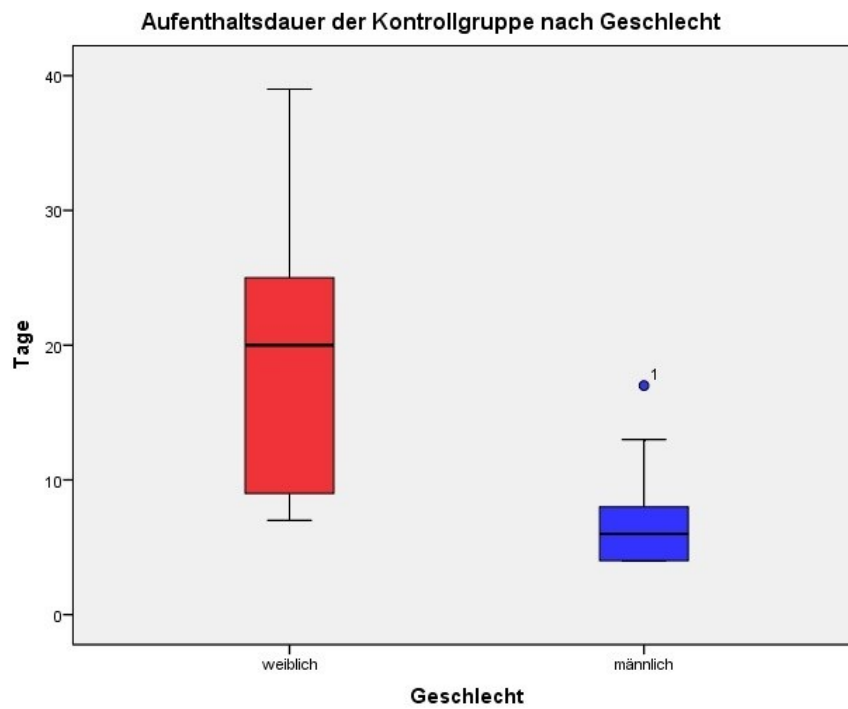


Abbildung 13: Aufenthaltsdauer der Kontrollgruppe, getrennt nach Geschlecht

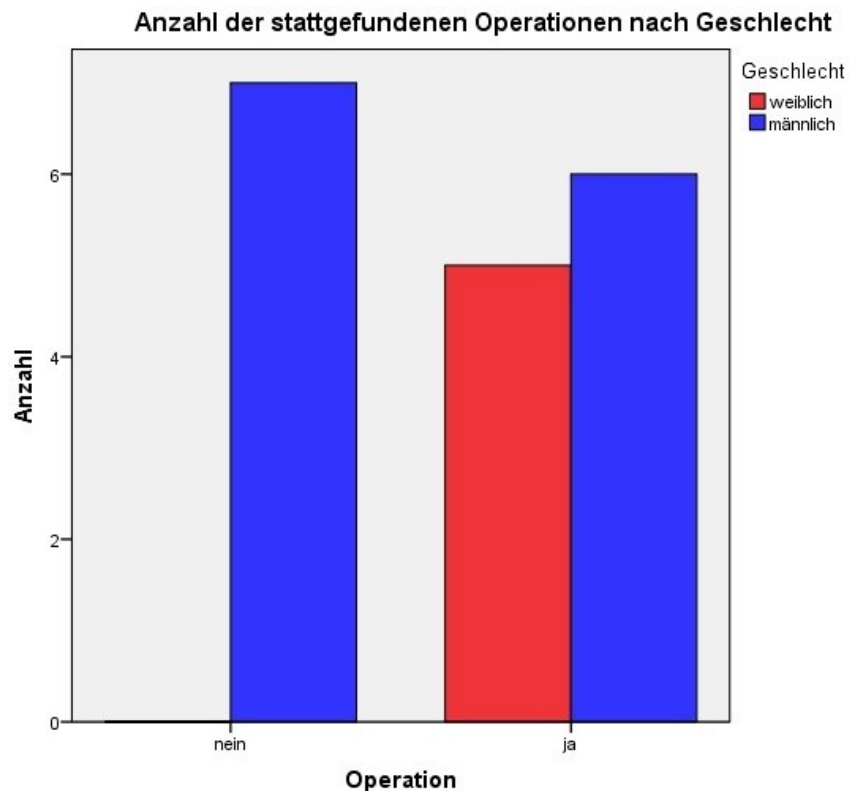


Abbildung 14: Operations-Anzahl, getrennt nach Geschlecht in der Kontrollgruppe

In der Kontrollgruppe wurden alle Frauen (100%) und sechs der insgesamt dreizehn Männer (46,16%) operativ versorgt.

4.3. Vergleich beider Gruppen anhand der Verletzungsschweregrade

Die Gruppen unterscheiden sich nach der statistischen Analyse in keiner einzigen Variabel signifikant voneinander. Es wurden hierfür der Chi-Quadrat-Test, sowie der t-Test nach Student durchgeführt.

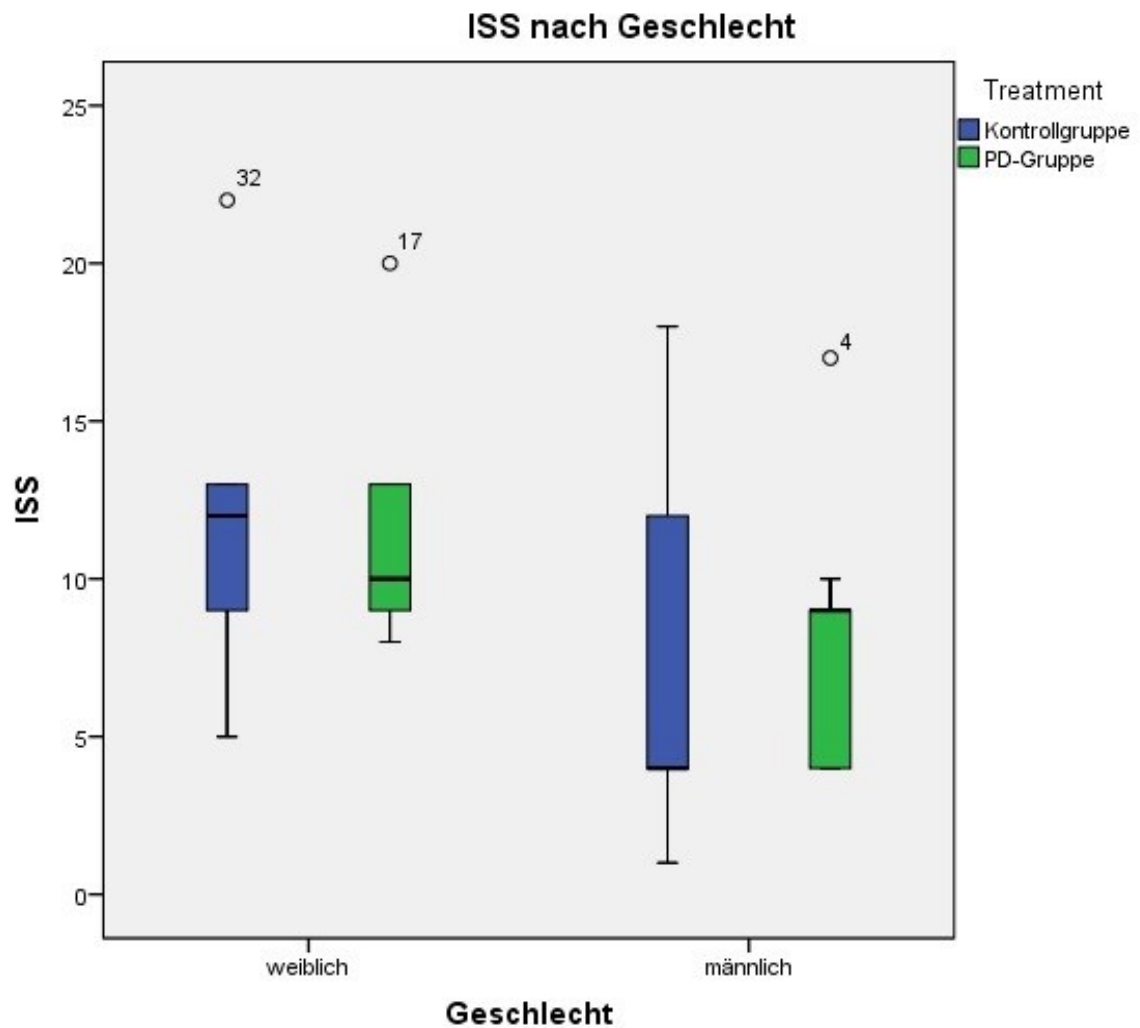


Abbildung 15: Gruppenvergleich der ISS-Werte, getrennt nach Geschlecht

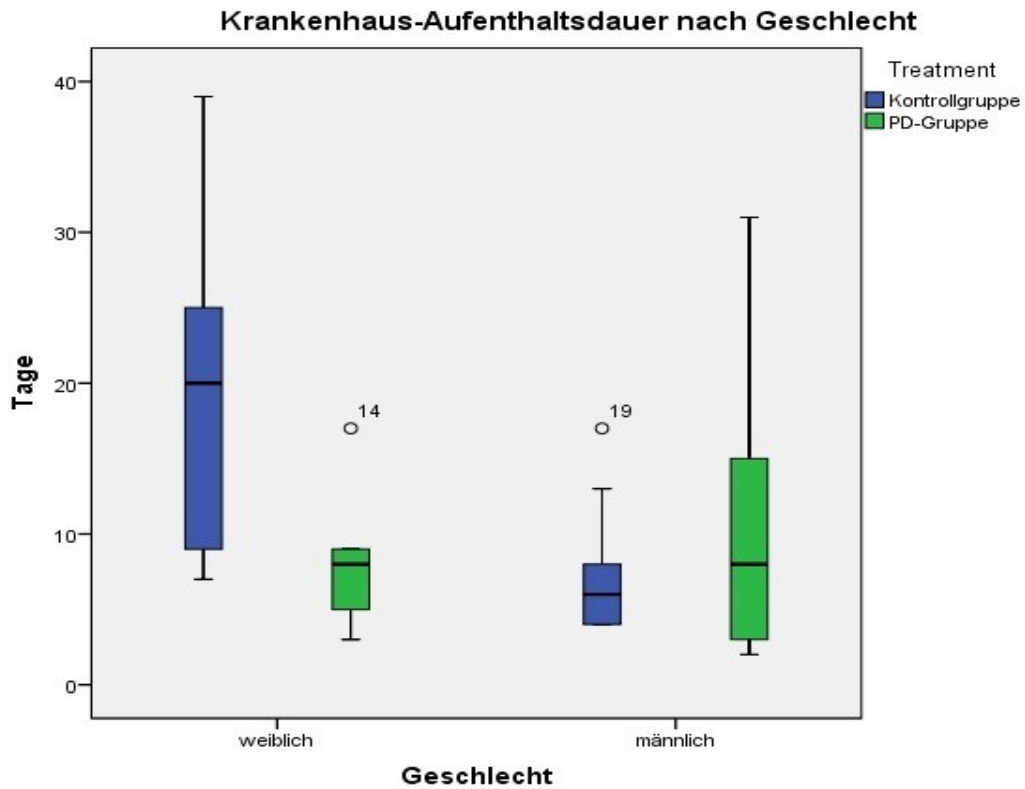


Abbildung 16: Gruppenvergleich der Aufenthaltsdauer, getrennt nach Geschlecht

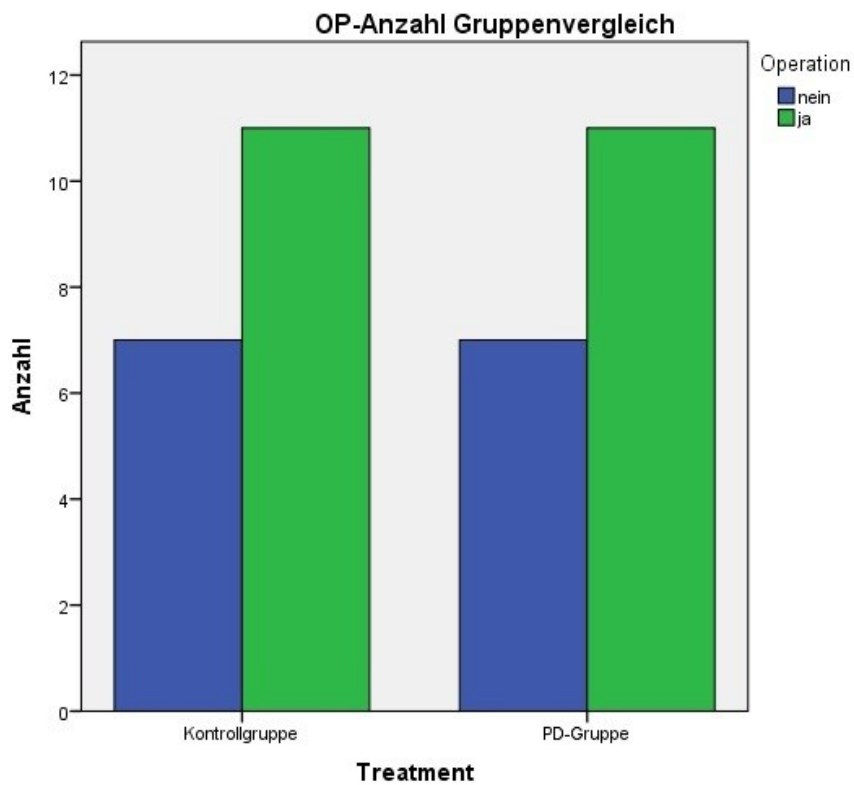


Abbildung 17: Operations-Anzahl der verschiedenen Gruppen, getrennt nach Geschlecht

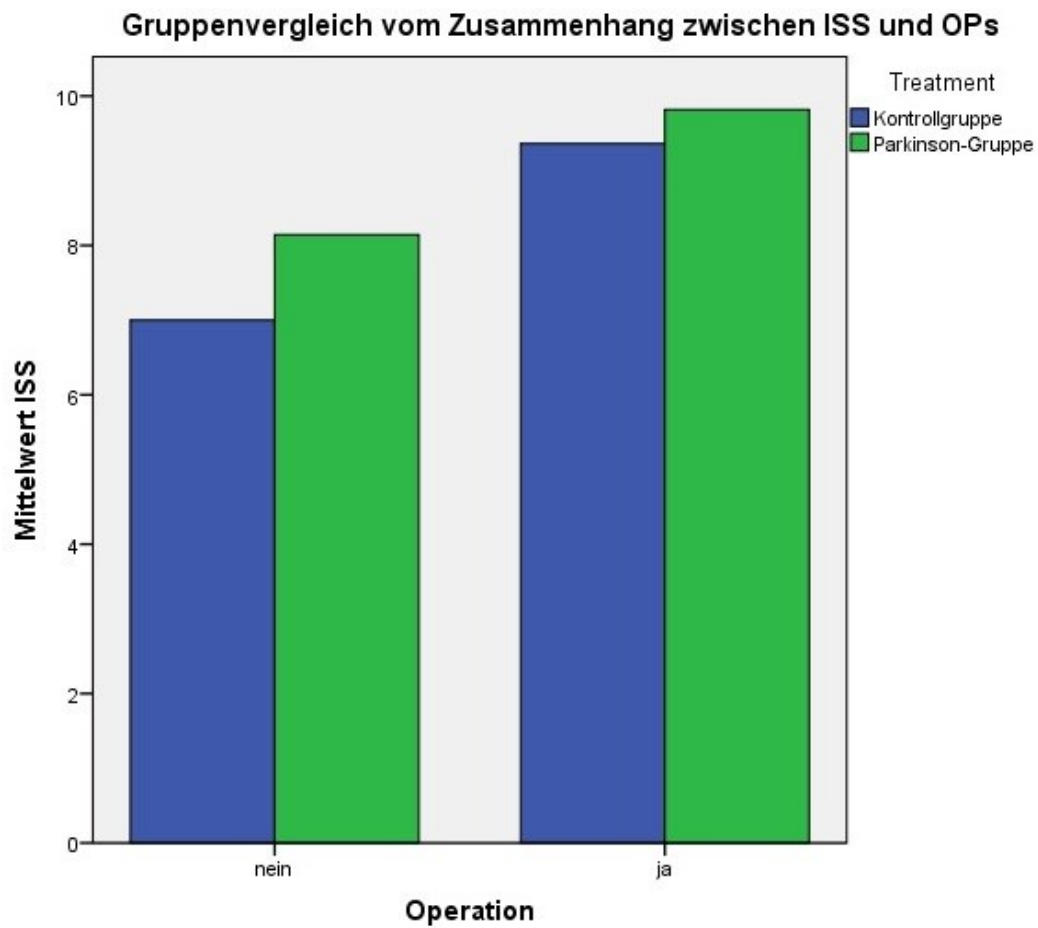


Abbildung 18: Zusammenhang zwischen ISS-Mittelwert und stattgefundenen Operationen innerhalb beider Gruppen

5. Verletzungsmuster

5.1. Verletzungsmuster der IPS-PatientInnen

Das Verletzungsmuster der IPS-Gruppe wurde nach Geschlecht getrennt und miteinander verglichen. Bei elf PatientInnen war lediglich eine Körperregion von einer Verletzung betroffen, davon waren neun Männer und zwei Frauen. Der Rest der StudienteilnehmerInnen hatte zumindest an zwei unterschiedlichen Körperregionen eine ausgeprägte Verletzung. Bei der statistischen Analyse der Verletzungsmuster ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen männlichen und weiblichen IPS-PatientInnen.

Tabelle 8: Prozentuelle Verteilung der Verletzungen an den vier verschiedenen Körperregionen, getrennt nach Geschlecht in der IPS-Gruppe.

	Kopf/Hals	Rumpf	OE	UE
männlich	8 (62%)	3 (23%)	3 (23%)	4 (31%)
weiblich	2 (40%)	2 (40%)	1 (20%)	3 (60%)

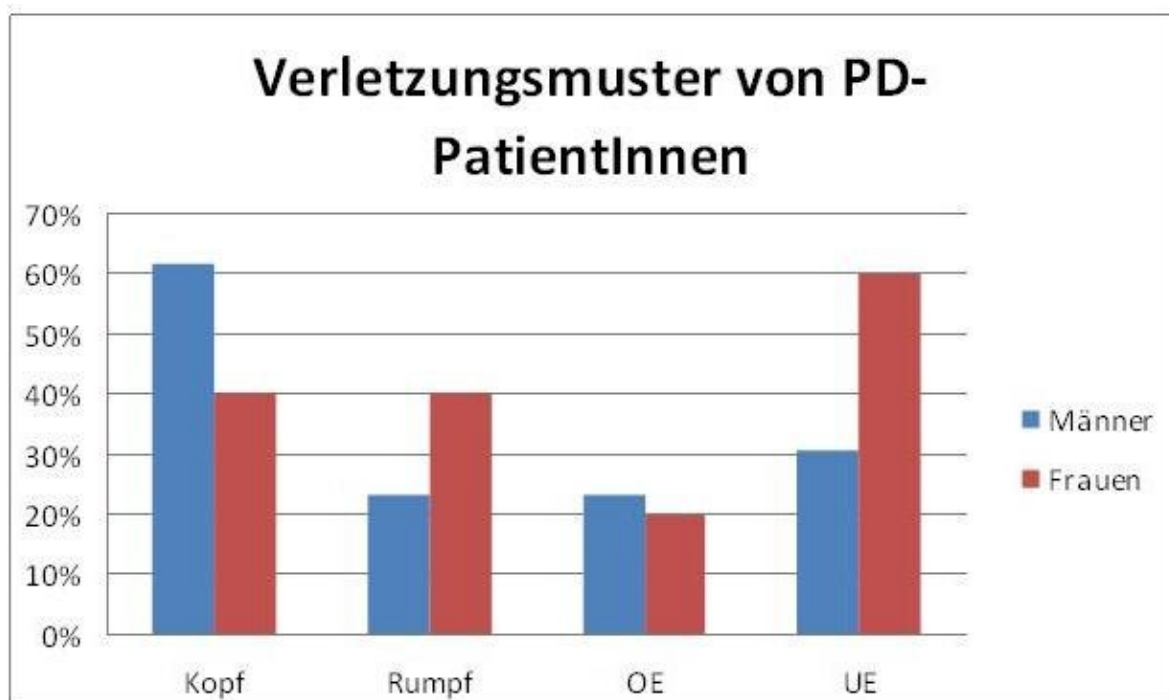


Abbildung 19: Prozentuelle Verteilung der Verletzungen an den vier verschiedenen Körperregionen, getrennt nach Geschlecht in der IPS-Gruppe.

5.2. Verletzungsmuster der Kontrollgruppe

Das Verletzungsmuster der gender- und altersgematchedten Kontrollgruppe wurde nach Geschlecht getrennt und miteinander verglichen. Bei acht Kontrollpersonen war lediglich eine Körperregion von einer Verletzung betroffen, davon waren sieben Männer und eine Frau. Der Rest der StudienteilnehmerInnen hatte zumindest an zwei unterschiedlichen Körperregionen eine ausgeprägte Verletzung. Auch bei der Kontrollgruppe ergab die statistische Analyse keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich des Verletzungsmusters der männlichen und weiblichen StudienteilnehmerInnen.

Tabelle 9: Prozentuelle Verteilung der Verletzungen, getrennt nach Geschlecht in der Kontrollgruppe.

	Kopf/Hals	Rumpf	OE	UE
männlich	4 (31%)	6 (46%)	7 (54%)	4 (31%)
weiblich	2 (40%)	1 (20%)	4 (80%)	5 (100%)

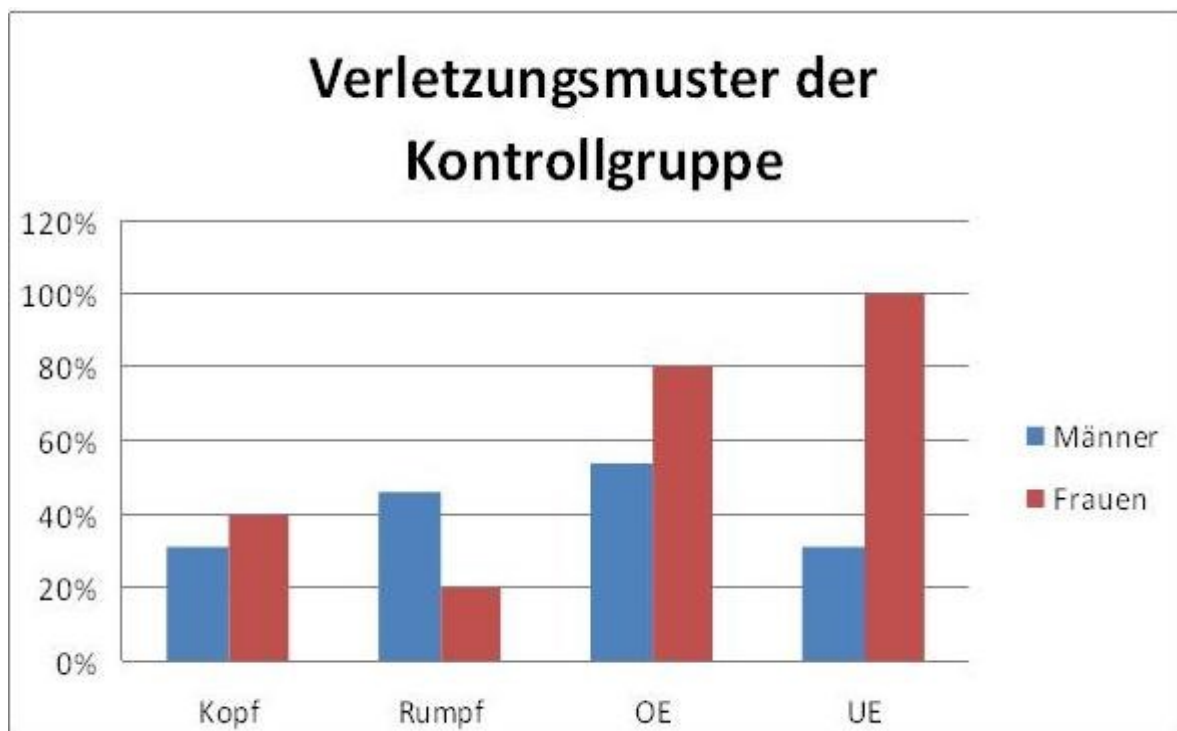


Abbildung 20: Prozentuelle Verteilung der Verletzungen an den vier verschiedenen Körperregionen, getrennt nach Geschlecht in der Kontrollgruppe.

5.3. Gruppenvergleich der Verletzungsmuster

Von den IPS-Patienten hatten acht Männer Verletzungen am Kopf, drei Männer verletzten sich den Rumpf und/oder die obere Extremität und vier Männer verletzten sich die untere Extremität. Bei der gesunden Kontrollgruppe haben sich vier Männer eine Verletzung am Kopf zugezogen, sechs Männer haben sich den Rumpf, sieben die obere Extremität und vier die untere Extremität verletzt.

Bei den IPS-Patientinnen haben sich zwei den Kopf verletzt, zwei hatten Verletzungen am Rumpf, eine an der oberen und drei an der unteren Extremität. Innerhalb der Kontrollgruppe haben sich ebenfalls zwei Frauen den Kopf verletzt, eine Frau hatte Verletzungen am Rumpf, vier an der oberen Extremität und alle fünf Frauen der Kontrollgruppe hatten Verletzungen an der unteren Extremität.

Bei der statistischen Analyse beider Gruppen ergab sich kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Verletzungsmusters.

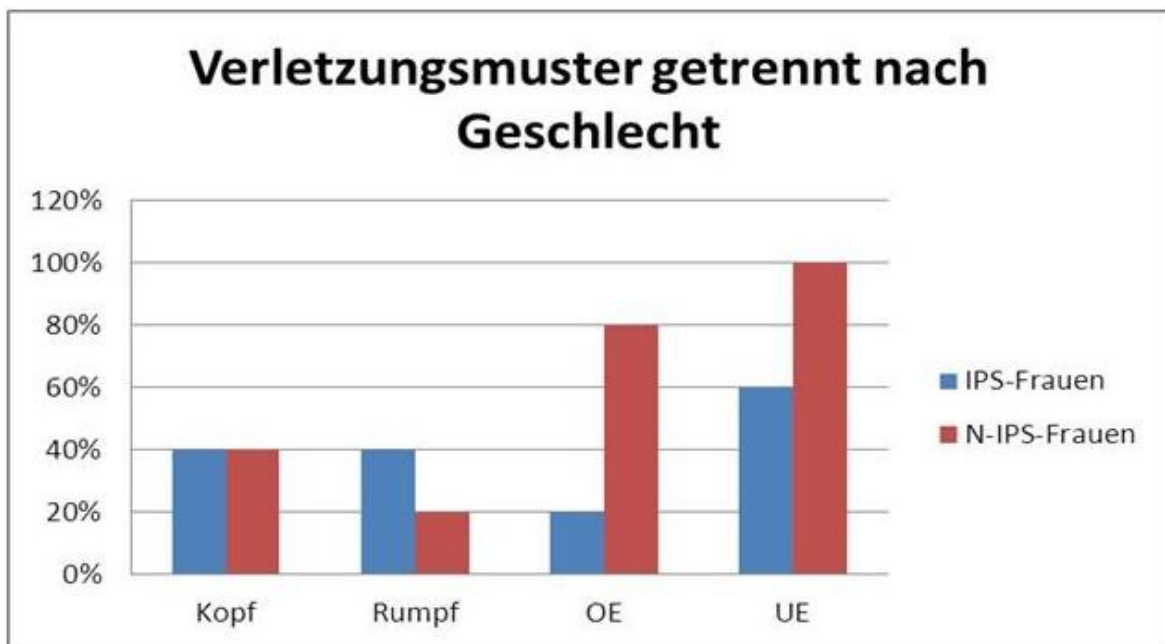


Abbildung 21: Prozentuelle Verteilung der Verletzungen bei den weiblichen Studienteilnehmerinnen.

Tabelle 10a: Prozentuelle Verteilung der Verletzungen an den vier verschiedenen Körperregionen im Gruppenvergleich.

	Kopf/Hals	Rumpf	OE	UE
IPS-Frauen	2 (40%)	2 (40%)	1 (20%)	3 (60%)
N-IPS-Frauen	2 (40%)	1 (20%)	4 (80%)	5 (100%)

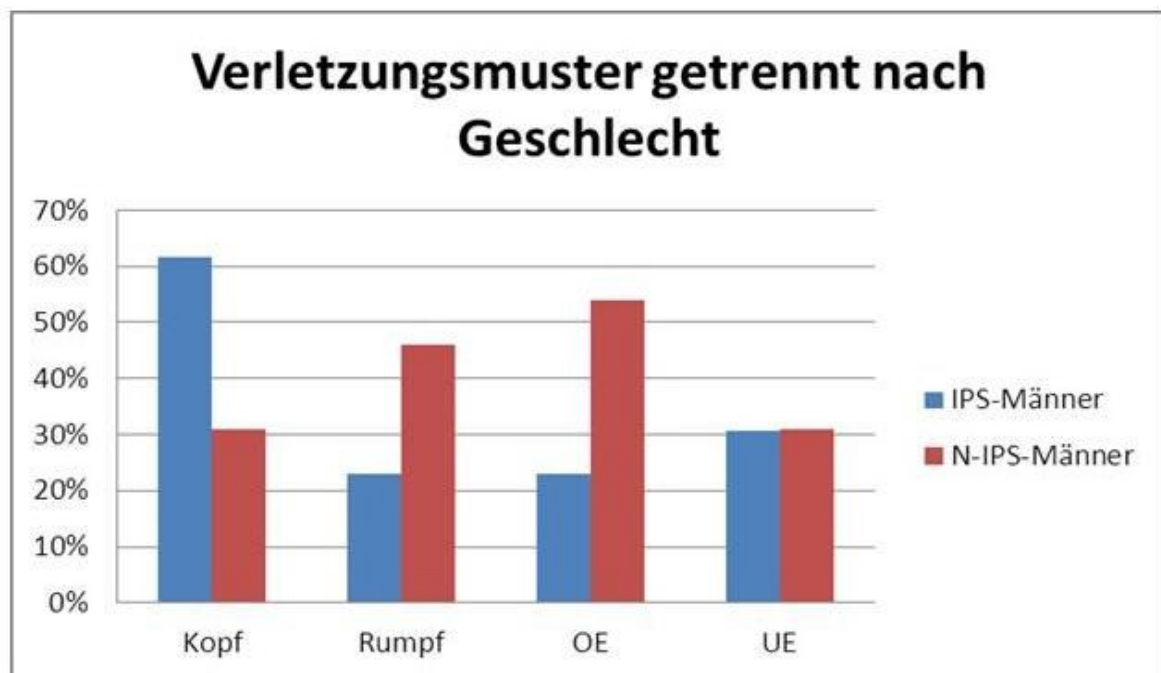


Abbildung 22: Prozentuelle Verteilung der Verletzungen bei den männlichen Studienteilnehmern.

Tabelle 11b: Prozentuelle Verteilung der Verletzungen an den vier verschiedenen Körperregionen im Gruppenvergleich.

	Kopf/Hals	Rumpf	OE	UE
IPS-Männer	8 (62%)	3 (23%)	3 (23%)	4 (31%)
N-IPS-Männer	4 (31%)	6 (46%)	7 (54%)	4 (31%)

D. Diskussion

Das Ziel der Studie war es, zu untersuchen, ob IPS-PatientInnen einerseits häufiger an Verkehrsunfällen beteiligt sind als PatientInnen mit rheumatoider Arthritis und als PatientInnen im selben Alter, die nicht an einem IPS leiden, und ob sie mit denselben Verkehrsmitteln verunglücken. Andererseits wollten wir mit unseren Untersuchungen herausfinden, ob IPS-PatientInnen mit anderen Verkehrsmitteln verunfallen, sich schwerere Verletzungen bei einem VU zuziehen als andere Patienten-Gruppen, und ob sich das Verletzungsmuster von dem der anderen unterscheidet. Im Folgenden wird zuerst auf die spezifischen Fragestellungen der Studie eingegangen und im Weiteren die eventuellen Folgen unserer Ergebnisse diskutiert.

1. VU-Verletzungsprävalenz

1.1. Anteil der VU-bedingten Verletzungen an den Gesamtverletzungen

Im LKH-Universitätsklinikum Graz wurden in dem Zeitraum, während dem die Studie durchgeführt wurde (von 2003 bis 2013), insgesamt 270.494 Personen an einer chirurgischen oder unfallchirurgischen Abteilung stationär aufgenommen [Jahresberichte der Chirurgie, 2003 bis 2013]. Von diesen PatientInnen wurden 1700 (0,63%) auf Grund eines Verkehrsunfalls dem LKH Graz zugewiesen. Im selben Zeitraum wurden 707 PatientInnen, die als Nebendiagnose ein IPS hatten, an denselben Abteilungen aufgenommen, und hiervon 18 (2,54%) Personen auf Grund eines VUs. Es gab lediglich 31 PatientInnen, welche als Nebendiagnose eine RA aufwiesen, und im selben Zeitraum an einer chirurgischen oder unfallchirurgischen Abteilung stationär aufgenommen wurden. Von dieser PatientInnen-Gruppe gab es niemanden, der auf Grund eines VUs dem LKH Graz zugewiesen wurde. Uns ist keine Untersuchung bekannt, welche bei IPS-PatientInnen den Anteil der Verletzungen, die durch VU hervorgerufen wurden, mit denen durch andere Verletzungsursachen hervorgerufenen Verletzungen in Beziehung gesetzt hätten.

Anhand der von uns gefundenen Zahlen, lässt sich annehmen, dass PatientInnen, welche an einem IPS leiden, anteilmäßig seltener aufgrund von Verletzungen, die nicht mit VU zu tun haben, stationär aufgenommen werden als andere Personen-Gruppen. Dies war erstaunlich, da wir erwartet hatten, dass sich IPS-PatientInnen aufgrund der Vielzahl von motorischen und nicht-motorischen Symptomen, welche mit dieser Erkrankung einhergehen und der darin begründeten akuten Unfallsgefährdung, viel häufiger schwere Verletzungen zuziehen würden.

1.2. Relative Häufigkeit der VU-bedingten Verletzungen als Anteil der Gesamtpopulation

Wir konnten zeigen, dass die Gefahr für IPS-PatientInnen wegen unfallbedingter Verletzungen stationär aufgenommen zu werden mit 0.29% signifikant größer ist als für die altersentsprechende Population ohne IPS-Diagnose mit 0.06%. Ebenso war diese Gefahr viel geringer als bei RA-PatientInnen mit 0%. Es existieren unserem Wissen nach keine Studien über das gesamte Risiko von IPS-PatientInnen nach VU stationär aufgenommen zu werden. Lediglich einige Studien zu Verletzungen bei VU mit motorisierten Kraftfahrzeugen, beziehungsweise zur Häufigkeit von solchen Unfällen, konnten gefunden werden [Dubinsky *et al.*, 1991; Uc *et al.*, 2011]. Eine Untersuchung, die allerdings noch nicht veröffentlicht wurde, besteht auch über Verletzungen bei der Benutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln [Plaschg, 2008]. Im Folgenden soll auf diese zwei spezifischen Unfallsituationen im Detail eingegangen werden.

1.2.1. Unfallhäufigkeit von IPS-PatientInnen bei Kfz-Benutzung

Eine retrospektive Studie fand heraus, dass PatientInnen mit einem Hoehn & Yahr-Stadium von 2 und 3 ein signifikant höheres Unfallrisiko aufwiesen als gesunde Kontrollpersonen. Es gab jedoch keinen Hinweis auf ein erhöhtes Unfallrisiko bei PatientInnen mit einem H&Y-Stadium von 1 [Dubinsky *et al.*, 1991].

Eine neue prospektive Kohorten-Studie verglich AutofahrerInnen, die an einem IPS leiden, mit AutofahrerInnen, welche keine neurologischen Erkrankungen aufwiesen, und fand

keinen sicheren Zusammenhang zwischen einem IPS und dem vermehrten Auftreten von Verkehrsunfällen [Uc *et al.*, 2011].

E.Y. Uc *et al.* fanden in ihrer prospektiven Studie auch keine Unterschiede zwischen IPS-PatientInnen und neurologisch unauffälligen Personen. Ihre Studie zeigte aber, dass IPS-PatientInnen signifikant häufiger das Autofahren beendet haben, was einerseits mit demographischen Faktoren zusammenhing und andererseits mit dem Schweregrad der Erkrankung sowie kognitiven, visuellen und motorischen Fertigkeiten assoziiert war. Weiters ergab die Studie, dass IPS-PatientInnen oft selbst die Einsicht hatten, dass sie eine eingeschränkte Fahrtauglichkeit aufwiesen oder, dass ihnen Mitmenschen empfohlen haben, das Autofahren zu beenden [Uc *et al.*, 2011]. Dabei gibt es bis heute keine evidenzbasierte Leitlinie zur Evaluierung der Fahrtauglichkeit von IPS-PatientInnen. Stattdessen wird empfohlen, dass jeder Fall für sich, multidisziplinär beurteilt werden muss, da die Fähigkeit ein Auto zu lenken höchst individueller Natur ist und nicht anhand eines standardisierten Schemas überprüft werden kann.

Alle diese Untersuchungen liefern jedoch keine Daten darüber, wie schwer die IPS-PatientInnen bei diesen Unfällen verletzt worden waren.

1.2.2. Unfallhäufigkeit von IPS-PatientInnen bei Benutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln

Noch dürftiger ist die Datenlage zur Unfallhäufigkeit von IPS-PatientInnen bei der Benutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln, denn hier gibt es nur die oben angeführte Untersuchung von Plaschg [Plaschg, 2008]. So fanden Plaschg *et al.* in ihrer Studie heraus, dass IPS-PatientInnen doppelt so häufig in öffentlichen Verkehrsmitteln zu Sturz kommen als neurologisch unauffällige Kontrollpersonen. Die Verletzungsschwere hat sich hinsichtlich der ärztlichen Versorgung, beziehungsweise der stationären Aufnahmen, nicht signifikant von den Kontrollpersonen unterschieden (9% IPS vs. 20% N-IPS), jedoch kam es aufgrund der krankheitsspezifischen Symptome, signifikant häufiger zu Verletzungen der unteren Extremität, vor allem zu Schenkelhalsfrakturen.

1.2.3. Unfallhäufigkeit von IPS-PatientInnen bei Benutzung von anderen Verkehrsmitteln

Bezüglich der Unfallhäufigkeit von IPS-PatientInnen bei der Benutzung anderer Verkehrsmittel, wie zum Beispiel dem Fahrrad oder dem Moped, ist uns während der gesamten Literaturrecherche für diese Studie keine einzige Arbeit untergekommen. Auch hinsichtlich des Prozentsatzes, welche Verkehrsmittel von wie vielen IPS-PatientInnen benutzt werden, konnten wir keine Daten erheben und somit unsere Ergebnisse nicht einmal mit relativen Zahlen vergleichen.

2. Schweregrad der Verletzungen

In unserer Studie ergaben sich keine signifikanten Unterschiede, hinsichtlich des Verletzungsausmaßes, zwischen der IPS-Gruppe und der Kontrollgruppe. Lediglich der Operationsbedarf war in der Kontrollgruppe signifikant höher. Die anderen Parameter, wie ISS, Aufenthaltsdauer und Intensivpflichtigkeit, fielen in beiden Gruppen gleich aus. Weiters wurde kein einziger letaler Ausgang unter den StudienteilnehmerInnen verzeichnet. Diese Daten sind natürlich schwer zu interpretieren, nachdem es vom Unfallhergang abhängig ist wie schwer sich ein/e Verunfallte/r verletzt und es auch einen Unterschied macht, ob man als PKW-Insasse von einem Zug gerammt wird, oder man in einem öffentlichen Verkehrsmittel stürzt. Da sich jedoch in unserer Studie nur eine geringe Anzahl von IPS-PatientInnen so schwer verletzten, dass sie stationär aufgenommen werden mussten, könnten sich einzelne Ausreißer sehr stark auf das Gesamtergebnis auswirken. Leider gibt es keine einzige Studie, die bei SeniorInnen und schon gar bei IPS-PatientInnen die Verletzungsschweregrade nach objektiven Kriterien untersucht hätte. Nach subjektiven Kriterien bewertet, zeigte sich in der Studie von Plaschg, dass IPS-PatientInnen in öffentlichen Verkehrsmitteln sich zwar häufiger verletzten, aber dass sich das Verletzungsausmaß nicht von dem der gesunden SeniorInnen unterschied. So mussten in der Studie von Plaschg IPS-PatientInnen nicht öfter ärztlich versorgt werden als gesunde Kontrollpersonen (39% IPS vs. 40% N-IPS), obwohl diese sehr wohl signifikant häufiger in öffentlichen Verkehrsmitteln gestürzt sind [Plaschg, 2008].

3. *Verkehrsunfallsmodi*

Am häufigsten verunglückten IPS-PatientInnen bei der Benutzung eines Kfzs (sechs PatientInnen), gefolgt von denen bei der Benutzung eines öffentlichen Verkehrsmittels (drei PatientInnen). Dies ist bedeutsam, da es zeigt, dass IPS-PatientInnen bei der Benutzung von sowohl privaten als auch öffentlichen Verkehrsmitteln, auf die sie scheinbar vermehrt zurückgreifen, um ihre Mobilität aufrecht zu erhalten, besonders gefährdet sind. Daten darüber, welche Verkehrsmittel von IPS-PatientInnen besonders gerne verwendet werden, stehen kaum zur Verfügung. Lediglich die schon zuvor erwähnte Studie von Plaschg konnte zeigen, dass IPS-PatientInnen das Auto gegenüber allen anderen Verkehrsmitteln bevorzugen. Auch öffentliche Verkehrsmittel werden von IPS-PatientInnen häufiger verwendet als von gleichaltrigen N-IPS-PatientInnen. Untersuchungen allerdings, die die Verletzungshäufigkeit von IPS-PatientInnen in unterschiedlichen Verkehrsmitteln verglichen, gibt es bis dato keine.

Bei älteren Normalpersonen gibt es eine Studie, die zeigte, dass die meisten Verletzungen bei Autounfällen erfolgten und dass Männer dabei signifikant häufiger betroffen sind als Frauen [Government of South Australia, 2013]. Aus den oben angeführten Studien lässt sich entnehmen, dass Verletzungen bei Kfz-VU in der IPS-Population zu 7,7 – 33,3% vorkommen und sich bei öffentlichen Verkehrsmitteln in 25% der Fälle zugezogen werden [Homann *et al.*, 2003]. Da aber nicht bekannt ist wie häufig IPS-PatientInnen das eine oder andere Verkehrsmittel benutzen, kann nicht einmal indirekt auf das Verletzungsrisiko rückgeschlossen werden.

4. *Verletzungsmuster*

Auch zu den unterschiedlichen Verletzungsmustern in unterschiedlichen Verkehrsmitteln gibt es keinerlei Untersuchungen. Einzig und allein eine Studie über Verletzungen in öffentlichen Verkehrsmitteln kann hier angeführt werden [Plaschg, 2008]. Plaschg et al. fanden in dieser Studie heraus, dass IPS-PatientInnen bei Stürzen in öffentlichen Verkehrsmitteln dreimal so oft verletzt werden als Personen, die an keinem IPS leiden. Hierbei verletzten sich die IPS-PatientInnen signifikant häufiger die untere als die obere Extremität. Es wurde auch schon in anderen Studien, die Stürze unabhängig von VU untersucht haben, beobachtet, dass Personen, welche an einem IPS leiden, sich viel seltener das Handgelenk verletzen als den Oberschenkel. Dies scheint auf den ersten Eindruck unerwartet, da IPS-PatientInnen überwiegend nach vorne stürzen, wenn sie zu Fall kommen [Grimbergen *et al.*, 2004]. Diese Stürze nach vorne sind typischerweise mit Handgelenksbrüchen vergesellschaftet, da die Personen als Schutz die Arme nach vorne strecken. Eine mögliche Erklärung dazu wäre, dass Armbewegungen bei IPS-PatientInnen verlangsamt, beziehungsweise abnormal gerichtet sind. Um diese Hypothese zu beleuchten, hat eine Studie Abwehrbewegungen der Arme von IPS-PatientInnen untersucht, in welcher diese auf einer Plattform standen, welche sich plötzlich zu rotieren begann [Carpenter *et al.*, 2004]. Es stellte sich heraus, dass IPS-PatientInnen zwar eine verfrüht einsetzende Muskelkontraktion des Musculus deltoideus hatten, diese jedoch nicht zu einer Abwehrbewegung führte, da die Arme keine Flexion in der Saggital-Achse durchführten, sondern eher eine Adduktion in der Transversal-Achse. Diese fehlerhaft gerichteten Armbewegungen hielten die PatientInnen einerseits davon ab, sich irgendwo festzuhalten, und andererseits konnten sie dadurch das verlorene Gleichgewicht nicht ausgleichen. Dieses Fehlen von adäquaten Abwehrbewegungen bei IPS-PatientInnen würde auch erklären, warum diese Populationsgruppe nach einem Sturz erheblichere Verletzungen nach sich zieht als andere [Grimbergen *et al.*, 2004].

E. Bedeutung unserer Ergebnisse und mögliche Implikationen

1. Die Auswirkung von Verletzungen nach Verkehrsunfällen

Jedes Jahr versterben 1.2 Millionen Menschen auf Grund eines Verkehrsunfalls und es wird vorausgesagt, dass im Jahr 2020 Verkehrsunfälle ein ernstzunehmendes Sterberisiko der Weltbevölkerung darstellen wird [Jamebaseer *et al.*, 2013]. Im Jahr 2011 wurden allein in Österreich 150 Personen über 65 Jahre im Zuge eines Verkehrsunfalls getötet [Kuratorium für Verkehrssicherheit, 2011a], und 4633 schwer verletzt [Kuratorium für Verkehrssicherheit, 2011b]. Insbesondere wenn Personen über 65 Jahre als PKW-Lenker am Straßenverkehr teilnehmen, ereignen sich folgenschwere Verkehrsunfälle. Außerdem stürzen in dieser Altersgruppe durchschnittlich sechzehn Personen pro Tag in öffentlichen Verkehrsmitteln und müssen aufgrund dieses Sturzes medizinisch versorgt werden [Plaschg, 2008].

Unsere Ergebnisse und die aktuelle Datenlage in der Literatur legen nahe, dass dies in vermehrtem Ausmaß für IPS-PatientInnen zutrifft. Aus diesem Grund erscheint es uns als besonders wichtig, hier einige Vorschläge zu geben, um die Sicherheitslage von IPS-PatientInnen im Verkehr zu erhöhen.

Ein, in diesem Zusammenhang viel diskutiertes Thema, ist, ob es nicht das Sicherste wäre, die Verkehrsteilnahme von IPS-PatientInnen gesetzlich einzuschränken. Denn die oben angeführten Beobachtungen werfen die Frage auf, inwieweit IPS-PatientInnen eine Gefährdung für andere VerkehrsteilnehmerInnen darstellen, ob ihnen erlaubt sein darf noch ein Auto zu lenken und wenn nicht, was für Möglichkeiten es gibt, dies zu evaluieren. Im weiteren Abschnitt soll auf diese Frage eingegangen und nach einer Antwort gesucht werden. Es wird außerdem der Fokus auf die Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel gerichtet, da dies neben dem Autofahren jene Art von Transportmittel ist, die in unserer Studie auch besonders häufig zu schweren Verletzungen geführt hat. Insbesondere auch unter dem Aspekt, dass das Wegfallen dieser Fortbewegungsmöglichkeiten einen erheblichen Einschnitt in das soziale und mobile Leben von SeniorInnen, aber in noch höherem Ausmaß von IPS-PatientInnen, bedeutet.

1.1. Auswirkungen von verminderter Mobilität im Alter

Viel spricht dagegen, als Reaktion auf die in der Literatur beschriebenen und in unserer Studie bestätigten vermehrten Unfalls- und Verletzungszahlen, unter dem Vorwand der Sicherheitserhöhung, die Mobilität von alten Personen einschränken zu wollen, denn der Verlust von motorischen Funktionen ist bereits eine typische Konsequenz des Alterns und oft mit ungünstigen, gesundheitlichen Auswirkungen verbunden. Die spezifischen motorischen Fertigkeiten, welche durch das Altern geschädigt werden, variieren enorm und betreffen ein weites Spektrum, wie zum Beispiel den Verlust von Muskelkraft und -masse, Gleichgewicht, Fingerfertigkeit und Ganggeschwindigkeit. Diese Einschränkungen können sogar auftreten, wenn keine offensichtliche Erkrankung vorliegt [Buchman *et al.*, 2010]. Im Jahr 2030 werden 40% oder mehr der Menschen, welche über 80 Jahre alt sind, in irgendeiner Art und Weise einen Verlust von motorischen Fertigkeiten haben [Fried *et al.*, 2004]. Dementsprechend ist es offensichtlich, dass PatientInnen, welche an einem IPS leiden, welches zusätzlich die motorischen Funktionen der Betroffenen einschränkt, in einem weitaus höheren Maße an dem Verlust dieser, leiden werden. Deswegen ist der erste wichtige Schritt in dieser Hinsicht, die Risikofaktoren für den altersbezogenen, motorischen Verfall zu identifizieren, damit therapeutische Maßnahmen frühzeitig gesetzt werden können, und die wachsende Belastung, welche durch diese motorischen Beeinträchtigungen ausgelöst wird, in der schnell alternden Bevölkerung zu vermindern.

Während die positiven Auswirkungen von körperlicher Aktivität auf die motorischen Fähigkeiten schon gut untersucht sind, gibt es zunehmende Anerkennung von der Wichtigkeit von Lebensstil und psychosozialen Faktoren für das gesunde Altern älterer Personen [Buchman *et al.*, 2010]. Erhöhte gesellschaftliche Anbindung, welche durch die Anzahl von sozialen Aktivitäten von älteren Menschen gemessen wurde, ist mit einer längeren Lebensdauer und einem geringeren Risiko für eine Demenzentwicklung assoziiert; wohingegen Menschen, welche einsam sind, an mehr Behinderungen leiden und einen schnelleren Verfall ihrer motorischen Fähigkeiten erleben [Buchman *et al.*, 2010].

Nachdem Einsamkeit mit schlechter Selbstregulierung assoziiert ist, könnte sie beispielsweise zu Verhaltensänderungen führen, wie verminderter Bewegung oder verändertem Essverhalten, welche wiederum den motorischen Verfall begünstigen könnten [Hawkey *et al.*, 2009]. Zusätzlich zu den funktionellen und strukturellen Verbindungen zwischen sozialen und motorischen Verhaltensweisen, könnten soziale Aktivitäten – genau

wie körperliche Betätigung – zu einer Verbesserung der motorischen Funktionen führen, indem sie die neuronale Plastizität erhöht und vor Gewebeschäden schützt [Dishman *et al.*, 2006]. Buchman und sein Team [Buchman *et al.*, 2010] haben aufgrund dieser Überlegungen Untersuchungen bei 985 älteren Personen, welche nicht an einer Art von Demenz leiden, durchgeführt. In dieser Studie wurden zu Beginn mithilfe einer 5-Item-Skala die Einsamkeit der Probanden bewertet. Außerdem wurde eine umfassende Bewertung der motorischen Funktionen dieser Probanden durchgeführt, indem mithilfe von neun unterschiedlichen Aufgaben die Muskelkraft und in weiteren neun Aufgaben die motorischen Leistungen festgehalten wurden. Diese Untersuchungen führten Buchman *et al.* in einer longitudinalen Kohortenstudie jährlich durch und kamen auf folgende Ergebnisse: das Ausmaß der Einsamkeit zu Beginn der Studie war mit dem Grad des motorischen Verfalls der Probanden assoziiert. Sobald auf der Einsamkeitsskala ein Punkt mehr erreicht wurde, hatten die Probanden einen 40%ig schnelleren Rückgang ihrer motorischen Fertigkeiten. Zusätzlich war dieses Ausmaß an motorischem Verfall pro Jahr mit einem 50%ig höherem Sterberisiko verbunden. Sowohl der Ausdruck „sich einsam fühlen“ als auch „einsam sein“ waren relativ unabhängige Prädiktoren für den schnellen Rückgang motorischer Funktionen.

1.2. Eingeschränkte Mobilität bei IPS-PatientInnen

Nun sind natürlich IPS-PatientInnen, aufgrund ihrer motorischen und nicht-motorischen Symptome, wie beispielsweise Müdigkeit oder Apathie, umso mehr davon betroffen in ihrem Alltag körperlich inaktiv zu werden. Dieser Prozess sollte nicht aufgrund sicherheitsbedingter Mobilitätseinschränkungen weiter verstärkt werden, denn solch ein bewegungsarmer Lebensstil führt nicht nur zur oben beschriebenen Problematik, sondern ist ebenfalls ein großer Risikofaktor für kardiovaskuläre Erkrankungen, Diabetes mellitus, kognitive Einschränkung, Osteoporose und Depression [Van Nimwegen *et al.*, 2011]. Darüber hinaus kann körperliche Inaktivität auch eine Vielzahl der nichtmotorischen Symptome, wie Schlaflosigkeit und Obstipation, deutlich verschlechtern.

Bedingt durch die dabei entstehende körperliche Schwächung über die Zeit, verlieren IPS-PatientInnen immer mehr ihre Selbstständigkeit und werden dadurch vermehrt abhängig von anderen, die sich um sie kümmern müssen, was wiederum oft dazu führt, dass die Lebensqualität sowohl von PatientInnen als auch von den Personen, die sie pflegen,

drastisch sinkt. Obwohl das Pflegen eines geliebten Menschen auch einige positive Aspekte mit sich bringt, ist es im Allgemeinen mit erhöhten Gefühlen von Depression, Stress und Einsamkeit verbunden. Dies führt dazu, dass auch die Menschen, welche IPS-PatientInnen pflegen, ein erhöhtes Risiko für physische und psychische Erkrankungen haben [McRae *et al.*, 2009].

In Anbetracht dessen, dass sich die Immobilität zumeist auch auf eine Pflegeperson gesundheitlich auswirkt und sozioökonomisch niederschlägt, sollte die Erhaltung der Mobilität von IPS-PatientInnen immer an erster Stelle stehen.

2. Erhöhung der Verkehrssicherheit von IPS-PatientInnen

2.1. Beurteilung der Fahrtauglichkeit von IPS-PatientInnen

Bei der Beurteilung der Fahrtauglichkeit müssen stets die individuellen Rechte und Vorteile der Mobilität, welche mit dem Autofahren einhergehen, mit der potenziellen Gefährdung anderer VerkehrsteilnehmerInnen abgewogen werden. Nachdem sich die Verkehrssituation nicht an den Verkehrsteilnehmer/die Verkehrsteilnehmerin anpasst, fand man heraus, dass die Beurteilung der Fahrtauglichkeit von IPS-PatientInnen besser mit Tests erfasst werden kann, welche nicht an das Alter und den Schweregrad der Erkrankung der Probanden angepasst sind, sondern „normale“ Tests am besten die Fahrsicherheit von IPS-PatientInnen erfassen können [Anderson *et al.*, 2012]. Hierfür wurden einige Testverfahren entwickelt, welche im Folgenden beschrieben werden.

2.1.1. Klassische Parkinsonbewertungsskalen

Crizzle und seine Kollegen [Crizzle *et al.*, 2012] fanden in ihrer Studie heraus, dass die Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) in ihrer Sektion, in der motorische Fertigkeiten beurteilt werden, nicht eindeutig vorhersagen kann, wie die Fahrtauglichkeit des untersuchten Patienten/der untersuchten Patientin ausfällt, vor allem wenn dieser gerade in der „On“-Phase ist.

Während der „Off“-Phase durchgeführt, kann dieses Testverfahren jedoch ganz gut die Fahrtauglichkeit beurteilen. Sowohl die H&Y-Stadieneinteilung, als auch die Webster

Skala wurden als unbrauchbar in der Beurteilung der Fahrtauglichkeit von IPS-PatientInnen klassifiziert.

2.1.2. Sehtests und Beurteilung der dreidimensionalen Raumwahrnehmung

Mehrere Studien haben herausgefunden, dass die Kontrastempfindlichkeit von IPS-PatientInnen ein gutes Anzeichen dafür ist, wie gut sie in einer Fahrprüfung abschneiden [Amick *et al.*, 2007; Uc *et al.*, 2006b; Uc *et al.*, 2007; Uc *et al.*, 2009; Worringham *et al.*, 2006]. Hingegen lässt sich die Sehschärfe nicht als Beurteilung der Fahrtauglichkeit heranziehen [Amick *et al.*, 2007; Classen *et al.*, 2011; Uc *et al.*, 2006a]. Für die Beurteilung der Kontrastempfindlichkeit wurde in den meisten Studien die Pelli-Robson-Tafel (Abb. 23) verwendet [Crizzle *et al.*, 2012].

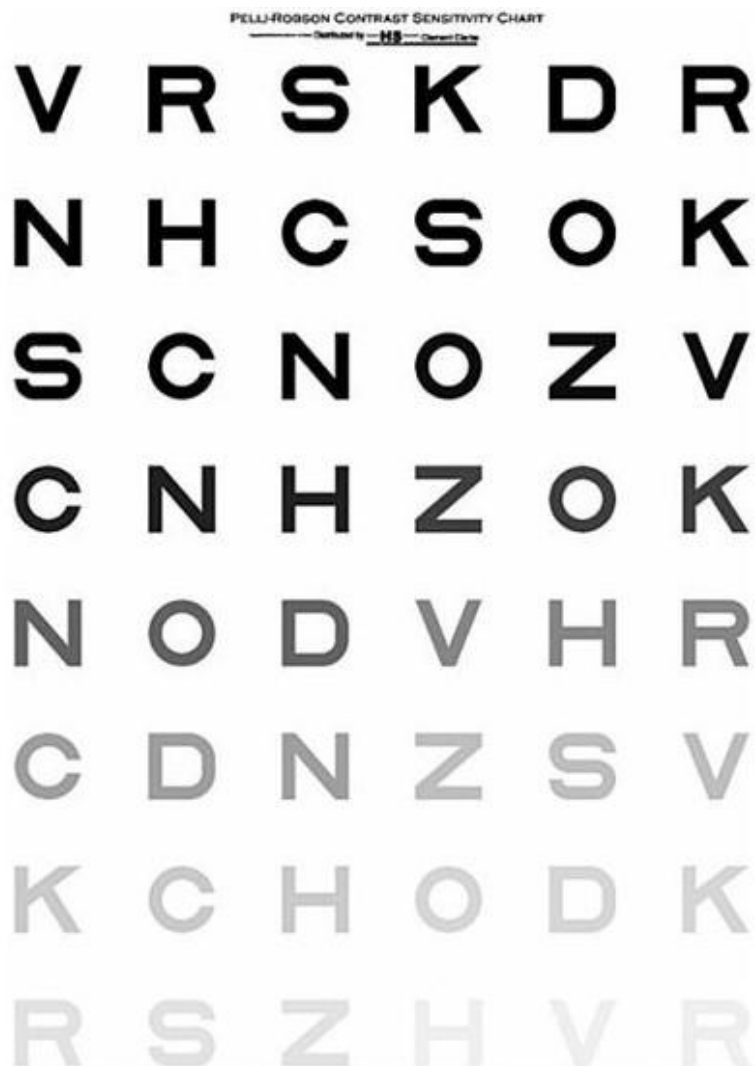


Abbildung 23: Pelli-Robson-Chart
(Quelle: http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=10320&page=84)

Um die dreidimensionale Raumwahrnehmung zu beurteilen, wird zumeist anfangs das Gesichtsfeld mittels Fingerperimetrie eingestuft. Weiters gibt es noch kinetische Gesichtsfelduntersuchungen, bei denen der Proband in einen halbkugelförmigen Schirm blickt und von außen Lichtpunkte ins Gesichtsfeld hineinwandern. Der Proband muss währenddessen einen Punkt im Zentrum des Schirms fixieren und sobald er einen Lichtpunkt wahrnimmt einen Knopf drücken. Mit dieser Untersuchungsform lässt sich die dreidimensionale Raumwahrnehmung äußerst genau bemessen [Crizzle *et al.*, 2012].

2.1.3. Neuropsychologische Tests

Der Rey-Osterrieth-Complex-Figure-Test (ROCF) ist ein geeignetes Mittel, um die Fahrtauglichkeit von IPS-PatientInnen zu überprüfen [Crizzle *et al.*, 2012]. Dieser Test besteht aus einer abstrakten Figur (Abb. 24), welche zuerst abgezeichnet werden muss, dann nach drei Minuten und zuletzt nach 30 Minuten aus dem Gedächtnis wieder gezeichnet werden soll.

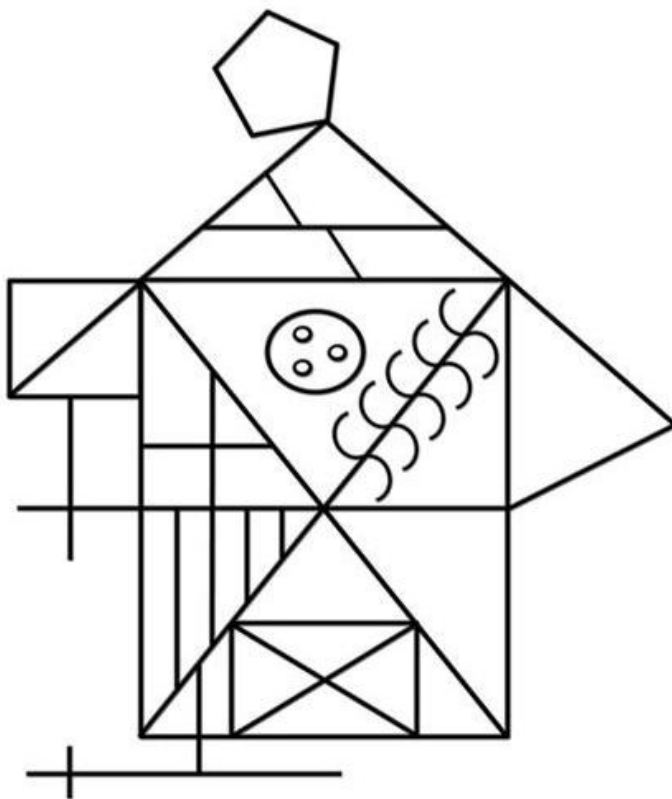


Abbildung 24: Rey-Osterrieth-Complex-Figure-Test (Quelle: http://www.archimedes-lab.org/Rev_test.html)

Ein weiteres Testverfahren, welches sich als geeignetes Beurteilungsinstrument herausgestellt hat, ist der Trail-Making-Test B [Crizzle *et al.*, 2012]. Bei diesem Test werden die Probanden aufgefordert Kreise, welche einerseits nur mit Ziffern (Teil A) und andererseits mit Ziffern und Buchstaben (Teil B) ausgefüllt sind, logisch miteinander zu verbinden (Abb. 25). So muss der Proband beim ersten Teil die Kreise miteinander verbinden, die eine aufsteigende Zahlenabfolge ergeben. Beim zweiten Teil soll der Proband so schnell wie möglich abwechselnd eine Ziffer und danach einen Buchstaben in aufsteigender Abfolge miteinander verbinden (1, A, 2, B, etc.).

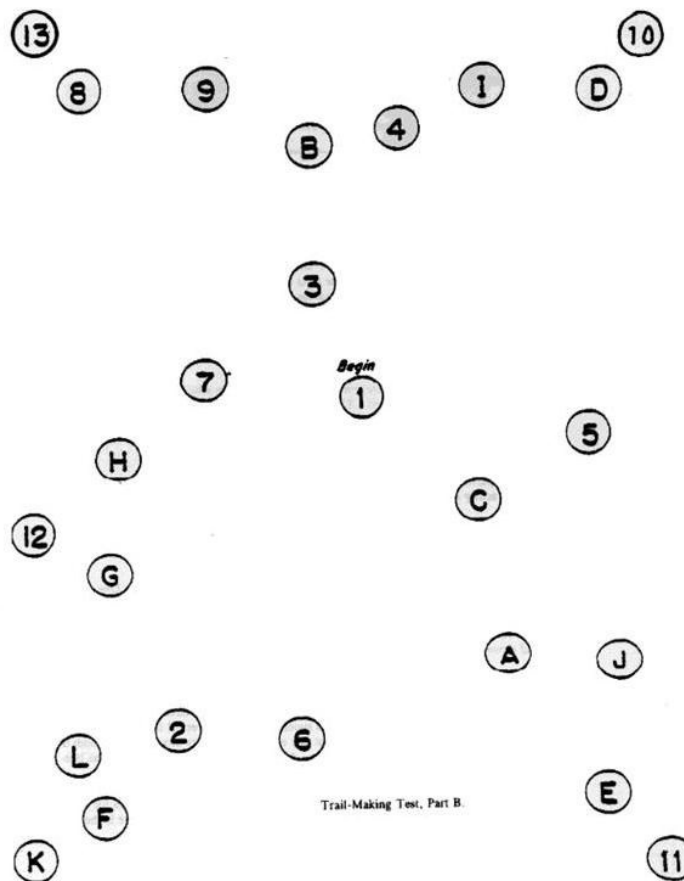


Abbildung 25: Trail-Making-Test B
(Quelle: <http://www.nhtsa.gov/people/injury/olddrive/safe/01c02.htm>)

Der Mini-Mental-Status-Test (MMSE), ein sehr häufig verwendeter Test zur Beurteilung der kognitiven Leistungsfähigkeit, erwies sich in mehreren Studien als wenig geeignet, die Fahrtauglichkeit von IPS-PatientInnen zu beurteilen [Crizzle *et al.*, 2012].

2.1.4. Fahrtauglichkeitsprüfungen bei IPS-PatientInnen

Die häufigsten Fehler, welche IPS-PatientInnen während des Autofahrens begehen, sind die visuelle Überprüfung der Verkehrssituation, bevor sie einen Spurenwechsel vollziehen oder in eine Kreuzung oder einen Kreisverkehr einbiegen [Sally *et al.*, 2011]. Außerdem wurde herausgefunden, dass IPS-PatientInnen sich schwerer tun, Orientierungspunkte auf der Straße und Straßenschilder zu erkennen und diese auch verbal wiederzugeben [Uc *et al.*, 2006a]. Darüber hinaus biegen IPS-PatientInnen signifikant häufiger falsch ab und verfahren sich deswegen auch öfter [Uc *et al.*, 2007]. Studien, welche mittels eines Simulators die Fahrtauglichkeit von IPS-PatientInnen untersuchten, fanden zusätzlich heraus, dass sie im Vergleich zu gleichaltrigen Kontrollpersonen eine verzögerte Reaktionszeit aufwiesen, sowohl beim Umschalten einer Ampel als auch, wenn sprachliche oder visuelle Hinweise gegeben werden. Ferner zeigte sich, dass sich IPS-PatientInnen schwer tun, an einer roten Ampel stehen zu bleiben und mögliche Gefahrensituationen früh genug adäquat einzuschätzen [Sally *et al.*, 2011].

Nachdem es bis heute kein genaues Testverfahren gibt, mit welchem man die Fahrtauglichkeit von IPS-PatientInnen beurteilen kann, liegt es zuallererst in der Hand der ÄrztInnen bei PatientInnen nachzufragen, wie diese selbst ihre Fahrtauglichkeit einschätzen würden. Sobald diese angeben, dass sie sich nicht mehr sicher fühlen, wenn sie ein Auto lenken, sollte man ihnen eine multidisziplinäre Evaluierung der Fahrtauglichkeit anbieten, welche durch ein Team bestehend aus NeurologInnen, NeuropsychologInnen und FahrschullehrerInnen durchgeführt werden könnte. Nur mittels solch einer individuellen Evaluierung ist einerseits die persönliche Freiheit eines/r jeden Patienten/in gewährt, als auch andererseits die Gefährdung anderer VerkehrsteilnehmerInnen unterbunden [Crizzle *et al.*, 2012].

2.2. Erhöhung der Sicherheit bei BenutzerInnen öffentlicher Verkehrsmittel

Am zweithäufigsten kam es in unserer Studie zu Unfällen mit Verletzungen in öffentlichen Verkehrsmitteln. Die einzigen Studien über die Bedeutung von öffentlichen Verkehrsmitteln sind die oben angeführten, derzeit noch unveröffentlichten Arbeiten von Plaschg [Plaschg, 2008] und Grundner [Grundner, 2012]. Plaschg konnte zeigen, dass IPS-PatientInnen häufiger Stürze in öffentlichen Verkehrsmitteln erleiden und Grundner, dass dies einen wichtigen Beitrag zur Vermeidung der Benutzung dieser führt und es dadurch zur sozialen Isolation kommt. Die Benutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln ist, so kann angenommen werden, ein wichtiger Bestandteil für die Gewährleistung der Mobilität von älteren Personen und vor allem für Menschen, die an einem IPS leiden, da diese oft nicht mehr aktiv am Verkehr teilnehmen können. Jedoch erleidet genau diese Bevölkerungsgruppe signifikant häufiger Stürze in öffentlichen Verkehrsmitteln als gesunde Personen im selben Alter. So fanden Plaschg et al. [Plaschg, 2008] in ihrer Studie heraus, dass IPS-PatientInnen doppelt so häufig in öffentlichen Verkehrsmitteln zu Sturz kommen als neurologisch unauffällige Kontrollpersonen. Außerdem ergab sich, dass IPS-PatientInnen sich auch schwerwiegendere Verletzungen nach solch einem Geschehen zugezogen haben, als die neurologisch unauffällige Kontrollgruppe.

Um Methoden zu finden, die es ermöglichen in öffentlichen Verkehrsmitteln die Sicherheit zu erhöhen, gilt es zunächst herauszufinden, was die häufigsten Verletzungsursachen und deren wichtigsten Auswirkungen sind. Dies soll im Folgenden detailliert erörtert werden.

2.2.1. Erkennen der Ursachen von Stürzen in öffentlichen Verkehrsmitteln

Um adäquate Präventionsmaßnahmen zu entwickeln, ist das Erkennen möglicher Verletzungsursachen unabdingbar. Plaschg et al. [Plaschg, 2008] führten hierzu einige Möglichkeiten zur Förderung der Sicherheit von IPS-PatientInnen bei der Benutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln an. Laut deren Studie ist die häufigste Ursache, warum IPS-PatientInnen in öffentlichen Verkehrsmitteln stürzen, die stehende Position während des Fahrens.

Da IPS-PatientInnen häufig an posturaler Instabilität leiden und deswegen gestörte Stellreflexe haben, können sie die Scherbewegungen während der unterschiedlichen

Fahrmanöver nicht ausreichend ausgleichen und kommen auf Grund dessen zu Fall. Weiters stellt das Ein- und Aussteigen in die Transportmittel ein erhebliches Sturzrisiko dar. Vor allem, wenn die Höhen der Stufen unterschiedlich sind, da dies ein erhebliches Maß an Gleichgewichtskontrolle abverlangt. Auch ist zu beachten, dass einerseits während des Ein- und Aussteigens es häufig zu Drängeleien kommt und andererseits IPS-PatientInnen bei solch einer Art von Hindernissen oft ein „Freezing“-Phänomen erleiden [Fahn *et al.*, 1995]. Ein weiteres Problem, das bei älteren Personen häufig zu Stürzen in öffentlichen Verkehrsmitteln führen kann, ist das Gehen innerhalb des Transportmittels, wenn sich dieses bereits wieder in Bewegung gesetzt hat oder gerade ein Bremsmanöver durchführt [Fahn *et al.*, 1995]. Plaschg fand in ihrer Studie jedoch heraus, dass IPS-PatientInnen hier nicht öfter zu Fall kommen als gesunde Kontrollpersonen [Plaschg, 2008].

2.2.2. Verminderung der Auswirkungen von Verletzungen nach Stürzen in öffentlichen Verkehrsmitteln

Wenn Stürze und somit Verletzungen in öffentlichen Verkehrsmitteln auch nie vollständig vermieden werden können, so sollte zumindest danach getrachtet werden, die Auswirkungen abzumildern. Um das zu bewerkstelligen, muss zunächst das Ausmaß der unterschiedlichen Unfallfolgen bewusst gemacht werden. Verletzungen nach Stürzen in öffentlichen Verkehrsmitteln haben vielfache Auswirkungen und reichen von schweren körperlichen Beeinträchtigungen hin zu psychischen und sozialen Einschränkungen.

2.2.3. Körperliche Beeinträchtigungen

Es ist bekannt, dass Verletzungen nach Verkehrsunfällen insbesondere bei älteren PatientInnen oft zu bleibenden und schwerwiegenden, körperlichen Beeinträchtigungen führen können. Ebenfalls führt es zur vollkommenen Pflegebedürftigkeit oder ist zumindest der Grund für die institutionelle Unterbringung in ein Pflegeheim.

Aus diesem Grund sollte versucht werden, IPS-PatientInnen rasch zu mobilisieren sowie eine adäquate Rehabilitation und Heimhilfe anzubieten.

2.2.4. Psychische Beeinträchtigungen

Häufig kommt es nach Stürzen in öffentlichen Verkehrsmitteln auch zu psychischen Beeinträchtigungen und hier vor allem zu Sturzangst. Klinisch ausgeprägte Angststörungen erleiden 40% aller IPS-PatientInnen, eine Prävalenz die deutlich über der von gesunden oder vergleichbar kranken, älteren Menschen liegt. Ferner korreliert das Vorhandensein einer Angststörung bei IPS-PatientInnen mit einer größeren Invalidität und einer schlechteren Lebensqualität der Betroffenen [Pontone *et al.*, 2009]. So ist es auch verständlich, dass Personen, welche an einem IPS leiden, auch signifikant häufiger an einer Sturzangst in öffentlichen Verkehrsmitteln leiden, als neurologisch unauffällige Personen [Plaschg, 2008]. Nicht nur, dass Sturzangst ein Meiden öffentlicher Verkehrsmitteln fördert, sondern es wurde auch festgestellt, dass sich die Sturzangst negativ auf das Gleichgewicht und die Stellreflexe der Betroffenen auswirkt, was wiederum zu vermehrten Stürzen führt [Adkin *et al.*, 2003]. Dies führt häufig dazu, dass IPS-PatientInnen stark dazu neigen, öffentliche Verkehrsmittel nicht mehr zu nutzen, was sie wiederum in ihrer Mobilität und dem Ausüben sozialer Interaktionen beschneidet. Diese Probleme sollten bereits im Rahmen der Rehabilitation oder auch später durch den Hausarzt angesprochen werden. Außerdem sollte unterschwellig eine entsprechende psychotherapeutische, beziehungsweise psychiatrische Unterstützung angeboten werden.

2.3. Präventionsmaßnahmen

Einerseits ist es wichtig, dass IPS-PatientInnen regelmäßig Bewegungsabläufe mithilfe von Physiotherapie, Gehschule und dem Erlernen von spezifischen „*Coping*“-Strategien trainieren, wodurch sie den sturzprädisponierenden Faktoren ihrer Erkrankung entgegenwirken können. Andererseits wäre es wichtig, dass Bedienstete der öffentlichen Verkehrsmittel auf sturzgefährdete Personen geschult werden, so dass diese schon frühzeitig erkennen können, welche Personen in ihren Transportmitteln zu Fall kommen könnten, und demnach ihre Fahrmanöver anpassen. Ferner wäre auch daran zu denken, dass sturzgefährdete Personen eine eigene Fahrkarte zugesichert bekommen, anhand der ein Chauffeur diese gefährdete Populationsgruppe erkennt und dementsprechend die Sicherheit für diese gewähren kann [Plaschg, 2008].

F. Stärken und Schwächen der Studie

1. Schwächen der Studie

Die geringe Anzahl der IPS-PatientInnen, die aufgrund von Verletzungen stationär aufgenommen werden mussten, ist die bedeutendste Schwäche dieser Arbeit, da dadurch möglicherweise einige Ergebnisse, welche in unseren Untersuchungen erhoben wurden, an Aussagekraft verlieren könnten. Dies ist ja aus gesundheitspolitischer Sicht sehr erfreulich, denn es zeigt, dass sich die Gefährdung von IPS-PatientInnen im Straßenverkehr in Grenzen hält. Aus statistischer Sicht allerdings, gilt es zu bedenken, dass somit keine sinnvollen Schlussfolgerungen über die vergleichende Untersuchung der Verletzungsmuster einzelner VU-modi zu treffen sind.

Wir nehmen an, dass die geringe Anzahl von verletzten IPS-PatientInnen zumindest zu einem gewissen Teil darauf zurückzuführen ist, dass in einigen Krankengeschichten die ICD 10-Diagnosen für einen stattgefundenen VU nicht codiert wurden und somit elektronisch nicht erfasst werden konnten. Beim Durcharbeiten der Arztbriefe der IPS-PatientInnen bestätigte sich, dass in einigen Fällen zwar in der Anamnese über einen VU berichtet wurde, die ICD 10-Diagnose zu diesem jedoch gefehlt hat. Bei anderen Krankengeschichten fehlte die Anamnese zur Gänze, oder man wurde darauf hingewiesen, dass der Einweisungsgrund als bekannt vorausgesetzt wird. Nachdem jedoch davon auszugehen ist, dass diese Fehler systematisch bei allen eingewiesenen PatientInnen auftreten, und sich nicht nur auf die IPS-Population beschränkt, gehen wir davon aus, dass die Untersuchungen zur Häufigkeit von Verkehrsunfällen als einigermaßen valide angesehen werden können.

Weiters konnte bei den meisten Fällen der Unfallhergang nicht erhoben werden, obwohl dies von großem Interesse wäre, da die Beantwortung der Fragen – in welchen Transportmitteln sich die meisten Verkehrsunfälle ereignen und wie sich die verschiedenen Transportmittel auf die Unfallauswirkungen bemerkbar machen – sehr aufschlussreich wäre. Dies betrifft sowohl die IPS- als auch Kontroll-PatientInnen, sodass dies auf die relativen Zahlen im Vergleich der beiden Gruppen keinen Einfluss hat.

Ein weiteres, methodologisches Problem besteht darin, dass es keine eindeutigen Zahlen für das Einzugsgebiet des untersuchten Krankenhauses gibt, denn das LKH-Universitätsklinikum Graz dient sowohl als Regional-Spital für den Großraum Graz als auch als tertiäre Einrichtung für die gesamte Steiermark, Teile des Burgenlandes und Kärntens. Dies hat einen Einfluss auf die relative Häufigkeit von Verkehrsunfallsverletzungen, also wie häufig jemand aus den Einzugspopulationen aufgrund eines VUs stationär aufgenommen werden musste. Wir setzen hierfür eine Einzugspopulationsgröße mit einer Einwohnerzahl von 1,6 Millionen Menschen, so wie das auf der Webseite der KAGES angegeben wird, fest [KAGES 2013]. Wir nehmen allerdings an, dass das tatsächliche Einzugsgebiet nur etwa 600.000 Menschen ausmacht. Eine Berechnung mit dieser viel kleineren Populationsgröße erbrachte allerdings keinen Unterschied im Signifikanzniveau beim Gruppenvergleich zwischen IPS- und Kontroll-PatientInnen.

Dadurch, dass wir uns auf die Erfassung der schweren, weil aufnahmepflichtigen, Unfälle beschränkten, konnten wir hier keine Aussage über die zahlreichen, nur geringfügig Verletzten machen. Dies erachteten wir für wenig problematisch, da es gerade die schweren Verletzungen, die wir in unserer Studie erfasst haben, sind, die auch wirklich relevante Folgen, sowohl sozialer als auch wirtschaftlicher Art, haben. Desgleichen können wir keinerlei Aussagen über die Prävalenz von allerschwersten Unfällen treffen, bei denen die Opfer bereits am Unfallort verstorben sind. Die genaue Kenntnis darüber wäre natürlich sehr interessant. Ein Design, wo auch diese PatientInnen erfasst würden, wäre jedoch ethisch kaum durchsetzbar. Man müsste dabei die Angehörigen der frisch Verstorbenen fragen, ob die Verunfallten zuvor an einem IPS gelitten hätten. Dennoch glauben wir, dass auch dieses Problem insgesamt nicht ins Gewicht fällt, weil in der Literatur bei alten VerkehrsteilnehmerInnen die Anzahl der tödlichen Unfälle als gering beschrieben wird und gleichzeitig die Anzahl der IPS-PatientInnen ebenso gering ist.

2. *Stärken der Studie*

Andererseits ist das Design mit dem Erfassen von objektivierten Ereignissen und Zuständen, gerade eine Stärke der vorliegenden Arbeit. Zahlreiche Arbeiten versuchten Unfallsereignisse mittels Fragebogenerhebung zu erfassen. Es ist jedoch bekannt, dass es bei einer solchen Erhebung meist zu großen Abweichungen bei den Angaben zu der Unfallhäufigkeit und dem Unfallschweregrad im Sinne eines „*under-reporting*“ kommt[Lachenbruch *et al.*, 1991; Ganz *et al.*, 2005]. Daher ist wohl die erwähnenswerteste Stärke unserer Studie die Benutzung des ISS als objektives Beurteilungsinstrument des Schweregrads der Verletzungen. Uns ist während der Literaturrecherche zu dieser Studie keine einzige Arbeit untergekommen, welche dieses Werkzeug zur Ermittlung der Verletzungsschwere bei IPS-PatientInnen nach einem VU benutzt, obwohl es auf unfallchirurgischen Abteilungen ein gängiges Standardinstrument darstellt, um das Verletzungsausmaß bei anderen PatientInnengruppen zu evaluieren. Dementsprechend sind wir der Meinung, dass auch für die IPS-Population der ISS ein adäquates Mittel darstellt, um die Auswirkungen von den häufig stattfindenden Verkehrsunfällen zu beurteilen. Schlussendlich hoffen wir mit unserer Studie einen Anstoß für andere UntersucherInnen gegeben zu haben, den ISS standardmäßig in zukünftigen Studien einzusetzen.

Außerdem ist uns keine Studie untergekommen, welche das gesamte Spektrum von benützten Verkehrsmitteln dieser Populationsgruppe untersucht. Dabei wäre es für die Erhebung präventiver Maßnahmen wichtig, beurteilen zu können, welche Verkehrsmittel für IPS-PatientInnen als gefährlich einzustufen sind, um gezielt die Sicherheit erhöhen zu können; zum Beispiel, indem Hilfsmittel zur Benutzung dieser Verkehrsmittel zur Verfügung gestellt werden können.

G. Zusammenfassung

Die Aufrechterhaltung von Mobilität beinhaltet vielschichtige Vorteile, vor allem für die ältere Populationsgruppe, da sie sich positiv auf gesundheitliche und psychosoziale Aspekte des Älterwerdens auswirkt. Nachdem IPS-PatientInnen schon alleine durch die motorischen und nicht-motorischen Symptome, welche mit dieser Erkrankung einhergehen, in ihrer Bewegungsfreiheit eingeschränkt sind, bedarf es gerade für diese Populationsgruppe eine erhöhte Aufmerksamkeit mit Bezug auf die Aufrechterhaltung ihrer persönlichen Mobilität. Deswegen hat sich die vorliegende Arbeit mit der Fragestellung der Häufigkeit von Verkehrsunfällen von IPS-PatientInnen und deren Auswirkungen beschäftigt.

Unsere Hypothese, dass IPS-PatientInnen signifikant häufiger an Verkehrsunfällen mit schweren Verletzungen beteiligt sind als gesunde Kontrollpersonen, konnte vollinhaltlich bestätigt werden.

Die Annahme, dass IPS-PatientInnen schwerere Auswirkungen eines Verkehrsunfalls als gesunde Kontrollpersonen erleiden, konnte in unserer Studie nicht bekräftigt werden. Bei unseren Untersuchungen stellten wir lediglich fest, dass gesunde Kontrollpersonen signifikant häufiger operativ versorgt wurden als IPS-PatientInnen. Weiters fanden wir heraus, dass weder das Alter noch das Geschlecht mit dem Verletzungsschweregrad des VUs korreliert.

An Hand unserer Ergebnisse lässt sich behaupten, dass IPS-PatientInnen erheblicher gefährdet sind, an Verkehrsunfällen beteiligt zu sein, dass man aber bis heute noch keine Standardverfahren kennt, um diese Gefährdung frühzeitig zu beurteilen. Nachdem sich die verunfallten IPS-PatientInnen auch keinen größeren Schaden zuziehen als gesunde Kontrollpersonen, wäre es moralisch nicht vertretbar, diese Populationsgruppe von der Verkehrsteilnahme auszuschließen, da dies wahrscheinlich zu einer erheblicheren, sozioökonomischen und individuellen Belastung führen würde. Dementsprechend ist es sowohl im Sinne der PatientInnen als auch des Gesundheitswesens, weitere Untersuchungen zu unternehmen, um dieses erhöhte Risiko adäquat und individuell beurteilen zu können. Dies würde gewährleisten, dass niemand auf Grund seiner Erkrankung ungerechtfertigt in seiner persönlichen Freiheit und Mobilität eingeschränkt wird und dennoch die Gefährdung anderer VerkehrsteilnehmerInnen ausgeschlossen werden kann.

Hier gilt es, zu allererst ein Bewusstsein im Gesundheitswesen zu schaffen, sodass genau diese Problematiken bei IPS-PatientInnen frühzeitig angesprochen und gegebenenfalls Hilfestellungen und Beurteilungskriterien angeboten werden können. Weiters sollte man sich bemühen, verschiedene Berufsgruppen, wie Fahrschullehrer, Physiotherapeuten, Neuropsychologen und Neurologen in diese spezifische Fragestellung miteinzubeziehen, um den Betroffenen die bestmögliche Risikoeinschätzung zu gewährleisten.

H. Literaturverzeichnis

Abe Y, Kachi T, Kato T, et al. Occipital hypoperfusion in Parkinson's disease without dementia: Correlation to impaired cortical visual processing. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2003; 74(4): 419-422.

Adkin AL, Frank JS, Jog MS. Fear of falling and postural control in Parkinson's disease. *Mov Disord* 2003; 18(5): 496-502.

Adler CH. Nonmotor complications in Parkinson's disease. *Mov Disord* 2005; 20(suppl. 11): 23-29.

Agahi N, Parker MG. Leisure Activities and Mortality: Does Gender Matter? *J Aging Health* 2008; 20(7): 855-871.

Ahlskog JE, Muenter M. Frequency of levodopa dyskinesia and motor fluctuations as estimated from the cumulative literature. *Mov Disord* 2002; 16: 448-458.

Allcock LdM, Ulliyart K, Kenny RA, Burn DJ. Frequency of orthostatic hypotension in a community based cohort of patients with Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2004; 75: 1470-1471.

Amick MM, Grace J, Ott BR. Visual and cognitive predictors of driving safety in Parkinson's disease patients. *Arch Clin Neuropsychol* 2007; 22: 957-967.

Anderson SW, Aksan N, Dawson JD, et al. Neuropsychological assessment of driving safety risk in older adults with and without neurologic disease. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 2012; 34(9): 895-905.

Armstrong C, Swarbrick CM, Pye SR, et al. Occurrence and risk factors for falls in rheumatoid arthritis. *Ann Rheum Dis* 2005; 64: 1602-1604.

Baker SP, et al. The Injury Severity Score: A method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma* 1974; 14: 187-196.

Berardelli A, Dick JPR, Rothwell JC, Day BL, Marsden CD. Scaling of the size of the first agonist EMG burst during rapid wrist movements in patients with Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1986; 49: 1273-1279.

Berardelli A, Rothwell JC, Thompson PD, Hallett M. Pathophysiology of bradykinesia in Parkinson's disease. *Brain* 2001; 124: 2131-2146.

Blaszczyk JW. Motor deficiency in Parkinson's disease. *Acta Neurobiol Exp* 1998; 58: 79-93.

Bloem BR, Grimbergen YA, Cramer M, et al. Prospective assessment of falls in Parkinson's disease. *J Neurol* 2001; 284: 950-958.

Bloem BR, Bhatia KP. Gait and balance in basal ganglia disorders. Arnold: London 2004a; pp: 173-206.

- Bloem BR, Hausdorff JM, Visser JE, Giladi N. Falls and freezing in Parkinson's disease: A review of two interconnected, episodic phenomena. *Mov Disord* 2004b; 19(8): 871-884.
- Bohlhalter S, Kägi G. Parkinsonism: Heterogeneity of a Common Neurological Syndrome. *Swiss Med Weekly* 2011; 141: w13293.
- Braak B, Ghebremedhim E, Rub U, Bratzke H, Del Tredici K. Stages in the development of Parkinson's disease-related pathology. *Cell Tissue Res* 2004; 318: 121-134.
- Buchman AS, Boyle PA, Wilson RS, Fleischman DA, Leurgans S, Bennett DA. Association Between Late-Life Social Activity and Motor Decline in Older Adults. *Archives of Internal Medicine* 2009; 169(12): 1139-1146.
- Buchman AS, Boyle PA, Wilson RS, et al. Loneliness and the rate of motor decline in old age: the rush memory and aging project, a community-based cohort study. *BMC Geriatrics* 2010; 10: 77-85.
- Carpenter MG, Allum JHJ, Honegger F, Adkin AL, Bloem BR. Postural abnormalities to multidirectional stance perturbations in Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2004; 75: 1245-1254.
- Carr DB. The older adult driver. *American Family Physician* 2000; 61(1): 141-146.
- Classen S, Witter DP, Lanford DN, et al. Usefulness of screening tools for predicting driving performance in people with Parkinson's disease. *Am J Occup Ther* 2011; 65: 579-588.
- Cranney AB, Harrison A, Ruhland L, et al. Driving problems in patients with rheumatoid arthritis. *J Rheumatol* 2005; 32: 2337-2342.
- Crizzle AM, Classen S, Uc EY. Parkinson disease and driving; an evidence-based review. *Neurology* 2012; 79: 2067-2074.
- Davies AJ, Kenny RA. Falls presenting to the accident and emergency department: types of presentation and risk factor profile. *Age Ageing* 1996; 25: 362-366.
- Deuschl G. Differential diagnosis of tremor. *J Neural Transm* 1998; 56: 211-220.
- Dishman RK, Berthoud HR, Booth FW, et al. Neurobiology of exercise. *Obesity* 2006; 14(3): 345-356.
- Dissanayaka NNW, Sellbach A, Matheson S, et al. Anxiety Disorders in Parkinson's Disease: Prevalance and Risk Factors. *Mov Disord* 2010; 25(7): 838-845.
- Dubinsky RM, Gray C, Husted D, et al. Driving in Parkinson's disease. *Neurology* 1991; 41: 517-520.
- Esper CD, Factor SA. Failure of recognition of drug-induced parkinsonism in the elderly. *Mov Disord* 2008; 23(3): 401-404.
- Fahn S. The freezing phenomenon in parkinsonism. *Adv Neurol* 1995; 67: 53-63.

Forno L. Neuropathology of Parkinson's disease. *J Neuropathol Exp Neurol* 1996; 55: 259-272.

Fratiglioni L, Paillard-Borg S, Winblad B. And active and socially integrated lifestyle in late life might protect against dementia. *The Lancet Neurology* 2004; 3(6): 343-353.

Fried LP, Ferrucci L, Darer J, et al. Untangling the Concepts of Disability, Frailty and Comorbidity: Implications for Improved Targeting and Care. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 2004; 59(3): M255-263.

Gaig C, Valldeoriola F, Gelpi E, Ezquerra M, Llufríu S, Buongiorno M, et al. Rapidly progressive diffuse Lewy body disease. *Mov Disord* 2011;26(7):1316-1323.

Gasser T. Molecular pathogenesis of Parkinson disease: insights from genetic studies. *Expert Rev Mol Med* 2009; 11: e22.

Ganz DA, Higashi T, Rubenstein LZ. Monitoring falls in cohort studies of community-dwelling older people: effect of the recall interval. *J Am Geriatr Soc* 2005; 53: 2190–2194.

Gebhardt A, Vanbellinghen T, Baronti F, Kersten B, Bohlhalter S. Poor dopaminergic response of impaired dexterity in Parkinson's disease: Bradykinesia or limb kinetic apraxia? *Mov Disord* 2008; 23(12): 1701-1706.

Gelb D, Oliver E, Gilman S. Diagnostic criteria for Parkinson's disease. *Arch Neurol* 1999; 56: 33-39.

Genever RW, Downes TW, Medcalf P. Fracture rates in Parkinson's disease compared with age- and gender-matched controls: a retrospective cohort study. *Age Ageing* 2005; 34(1): 21-24.

Giladi N, Tal J, Azulay T, et al. Validation of the Freezing of Gait Questionnaire in Patients with Parkinson's Disease. *Movement Disorders* 2009; 24(5): 655-661.

Giroux ML. Parkinson disease: Managing a complex, progressive disease at all stages. *Cleveland Clinic Journal Of Medicine* 2007; 74(5): 313-328.

Goetz CG, Stebbins GT. Risk factors for nursing home placement in advanced Parkinson's disease. *Neurology* 1993; 43: 2227-2229.

Goodwin VA, Richards SH, Taylor RS, Taylor AH, Campbell JL. The effectiveness of exercise interventions for people with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Mov Disord* 2008; 23(5): 631-640.

Government of South Australia; Department of Planning, Transport and Infrastructure 2013. Road Trauma: A Comparison of Males vs Females. http://www.dpti.sa.gov.au/_data/assets/pdf_file/0006/46365/comparison_statistics.pdf download 20.10.2013.

Grimbergen YAM, Munneke M, Bloem BR. Falls in Parkinson's disease. *Curr Opin Neurol* 2004; 17: 405-415.

Grundner MP. Angst vor Stürzen in öffentlichen Verkehrsmitteln bei PatientInnen mit Morbus Parkinson. Diplomarbeit, Medizinische Universität Graz 2012; 1-61.

Gururaj G. Road traffic deaths, injuries and disabilities in India:current scenario. *Natl Med J India*. 2008 Jan-Feb; 21(1): 14-20.

Hacke, Werner: Neurologie, 13. Auflage, Springer Medizin Verlag Heidelberg 2010.

Haehner A, Hummel T, Hummel C, et al. Olfactory loss may be the first sign of idiopathic Parkinson's disease. *Mov Disord* 2007; 22: 839-842.

Hallett M, Khoshbin S. A physiological mechanism of bradykinesia. *Brain* 1980; 103: 301-314.

Hallett M, Deuschl G. Are we making progress in the understanding of tremor in Parkinson's disease? *Ann Neurol* 2012; 68: 780-781.

Hawkley LC, Thisted RA, Cacioppo JT. Loneliness predicts reduced physical activity: cross-sectional & longitudinal analyses. *Health Psychol* 2009; 28(3): 354-363.

Herold, Gerd (2010) Innere Medizin, Köln 2010.

Hess CW, Pullman SL. Tremor: Clinical Phenomenology and Assessment Techniques, *Tremor Other Hyperkinet Mov* 2012; 2 :<http://tremorjournal.org/article/view/65>.

Hillen M, Sage J. Nonmotor fluctuations in patients with Parkinson's disease. *Neurology* 1996; 47: 1180-1183.

Hobson DE, Lang AE, Martin WR, Razmy A, Rivers J, Fleming J. Excessive daytime sleepiness and sudden-onset sleep in Parkinson disease: a survey by the Canadian Movement Disorders Group. *JAMA* 2005; 287: 455-463.

Holt G, MacDonald D, Fraser M, Reece A. „Outcome“ after surgery for fracture of the hip in patients aged over 95 years. *J Bone Joint Surg Br* 2006; 88: 1060-1064.

Homann CN, Suppan K, Homann B, et al. Driving in Parkinson's disease – a health hazard? *J Neurol* 2003; 250: 1439-1446.

Hornbrook MC, Stevens VJ, Wingfield DJ. Seniors' program for injury control and education. *J Am Geriatr Soc* 1993; 41: 309-314.

Hubert H, Fernandez MD. Nonmotor complications of Parkinson disease. *Cleveland Clinic Journal of Medicine* 2012; 79(2): 14-18.

Hunt LA, Sadun AA, Bassi CJ. Review of the visual system in Parkinson's disease. *Optom Vis Sci* 1995; 72: 92-99.

Hurtig HI, Trojanowski JQ, Galvin J, et al. Alpha-synuclein cortical Lewy bodies correlate with dementia in Parkinson's disease. *Neurology* 2000; 54: 1916-1921.

Ivers RQ, Cumming RG, Mitchell P, et al. Visual impairment and falls in older adults: the Blue Mountains eye study. *J Am Geriatr Soc* 1998; 46: 58-64.

Jacobs G, Thomas AA, Astrop A. Estimating global road fatalities. Crowthorne, Transport Research Laboratory, 2000 (TRL Report 445) (http://www.transport-links.org/transport_links/filearea/publications/1_329_TRL445.pdf)

Jahresberichte der Chirurgie von 2003 bis 2013; <http://chirurgie.uniklinikumgraz.at/Klinik/T%c3%a4tigkeitsberichte/Seiten/default.aspx>; download: 20.10.2013.

Jamebaseer MF, Kalidas DC, Rajendra AB, et al. Pattern of injury in fatal road traffic accidents in rural area of western Maharashtra, India. *AMJ* 2013; 6(9): 476-482.

Jamison M, Neuberger GB, Miller PA. Correlates of falls and fear of falling among adults with rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheum* 2003; 49: 673-680.

Jankovic J, Watts RL, Martin W, Borojerdi B. Transdermal rotigotine: double-blind, placebo-controlled trial in Parkinson disease. *Arch Neurol* 2007; 64(5): 676-682.

KAGES 2013, Homepage. Einzugsgebiet vom LKH-Universitätsklinikum Graz. <http://www.kages.at/cms/beitrag/10106459/2811876/> download: 16.01.2014.

Kent MJ, Elliot RR, Taylor HP. Outcomes of trauma in centenarians. *Injury* 2009; 40(4): 358-361.

Kuratorium für Verkehrssicherheit. Verkehrsunfallstatistik 2011a. Getötete Senioren (65+). http://www.kfv.at/unfallstatistik/index.php?id=65&no_cache=1&cache_file=kfv_nav_cache.html&report_typ=%C3%96sterreich&kap_txt=Altersgruppen&tab_txt=Get%C3%B6tete+Senioren+%2865%2B+Jahre%29+nach+Verkehrsbeteiligung; download 15.08.2013.

Kuratorium für Verkehrssicherheit. Verkehrsunfallstatistik 2011b. Verletzte Senioren (65+). http://www.kfv.at/unfallstatistik/index.php?id=65&no_cache=1&cache_file=kfv_nav_cache.html&report_typ=%C3%96sterreich&kap_txt=Altersgruppen&tab_txt=Verletzte+Senioren+%2865%2B+Jahre%29+nach+Verkehrsbeteiligung; download 15.08.2013.

Lachenbruch PA, Reinsch S, MacRae PG, Tobis JS. Adjusting for recall bias with the proportional hazards model. *Methods Inf Med*. 1991; 30(2): 108-10.

Leiguarda RC, Merello M, Nouzeilles MI, Balej J, Rivero A, Nogues M. Limb-kinetic apraxia in corticobasal degeneration: clinical and kinematic features. *Mov Disord* 2003; 18(1): 49-59.

Litvan I, Agid Y, Calne D, Campbell G, Dubois B, Duvoisin RC, et al. Clinical research criteria for the diagnosis of progressive supranuclear palsy (Steele-Richardson-Olszewski syndrome): report of the NINDS-SPSP international workshop. *Neurology* 1996; 47(1): 1-9.

- Louis ED, Schupf N, Manly J, Marder K, Tang MX, Mayeux R. Association between mild parkinsonian signs and mild cognitive impairment in a community. *Neurology* 2005; 64(7): 1157-1161.
- Marshall S. The role of reduced fitness to drive due to medical impairments in explaining crashes involving older drivers. *Traffic Injury Prevention* 2008; 9: 291-298.
- Maschke M, Gomez CM, Tuite PJ, Konczak J. Dysfunction of the basal ganglia, but not the cerebellum, impairs kinaesthesia. *Brain* 2003; 126: 2312-2322.
- Mayeux R, Denaro J, Hemenegildo N, et al. A population-based investigation of Parkinson's disease. *Arch Neurol* 1992; 49: 494-497.
- McKeith IG, Dickson DW, Lowe J, Emre M, O'Brien JT, Feldman H, et al. Diagnosis and management of dementia with Lewy bodies: third report of the DLB Consortium. *Neurology* 2005; 65(12): 1863-1872.
- McRae C, Fazio E, Hartsock G, et al. Predictors of Loneliness in Caregivers of Persons with Parkinson's Disease. *Parkinsonism Relat Disord* 2009; 15(8): 554-557.
- Meindorfner C, Korner Y, Moller JC, Stiasny-Kolster K, Oertel WH, Kruger HP. Driving in Parkinson's disease: mobility, accidents, and sudden onset of sleep at the wheel. *Mov Disord* 2005; 20: 832-842.
- Mestre D, Blin O, Serratrice G. Contrast sensitivity is increased in a case of nonparkinsonian freezing of gait. *Neurology* 1992; 42: 189-194.
- Muller J, Wenning G, Jellinger K, McKee A, Poewe W, Litvan I. Progression of Hoehn and Yahr stages in parkinsonian disorder: a clinicopathologic study. *Neurology* 2000; 55: 888-891.
- Noyes K, Liu H, Li Y, Holloway R, Dick A. Economic burden associated with Parkinson's disease on elderly Medicare beneficiaries. *Mov Disord*. 2006; 21(3): 362-372.
- O'Loughlin JL, Robitaille Y, Boivin JF, et al. Incidence of and risk factors for falls and injurious falls among the community-dwelling elderly. *Am J Epidemiol* 1993; 137: 342-354.
- Olanow CW, Hauser RA, Jankovic J, et al. A randomized, double-blind, placebo-controlled, delayed-start study to assess rasagiline as a disease modifying therapy in Parkinson's disease (the ADAGIO study): rationale, design, and baseline characteristics. *Mov Disord* 2008; 23(15): 2194-2201.
- Owolabi LF. Progressive Supranuclear Palsy Misdiagnosed as Parkinson's Disease: A Case Report and Review of Literature. *Ann Med Health Sci Res* 2013; 3(Suppl1): 44-47.
- Oxley J, Whelan M. It cannot be all about safety: The benefits of prolonged mobility. *Traffic Injury Prevention* 2008; 9(4): 367-378.
- Pandya M, Kubu CS, Giroux ML. Parkinson disease: Not just a movement disorder. *Cleveland Clinical Journal of Medicine* 2008; 75(12): 856-864.

Pendl T. Alkohol-Challenge-Test zur Differentialdiagnose von verschiedenen Tremorsyndromen. Diplomarbeit, Medizinische Universität Graz 2013.

Plaschg A. Stürze von Parkinson-Patienten in Öffentlichen Verkehrsmitteln. Dissertation, Medizinische Universität Graz 2008.

Pontone GM, Williams JR, Anderson KE, et al. Prevalence of Anxiety Disorders and Anxiety Subtypes in Patients with Parkinson's Disease. *Mov Disord* 2009; 24(9): 1333-1338.

Pressley JC, Louis ED, Tang MX, Cote L, Cohen PD, Glied S, Mayeux R. The impact of comorbid disease and injuries on resource use and expenditures in parkinsonism. *Neurology* 2003; 14; 60(1): 87-93.

Quinn N. Parkinsonism – recognition and differential diagnosis. *BMJ* 1995; 310(6977): 447-452.

Rajput A, Offord K, Beard C, Kurland L. Epidemiology of parkinsonism: incidence, classification, and mortality. *Ann Neurol* 1984; 16: 278-282.

Rascol O, Brooks DJ, Korczyn AD, De Deyn PP, Clarke CE, Lang AE. A five-year study of the incidence of dyskinesia in patients with early Parkinson's disease who were treated with ropinirole or levodopa. *N Eng J Med* 2000; 342: 1484-1491.

Richard IH, Schiffer RB, Kurlan R. Anxiety and Parkinson's disease. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci* 1996; 8: 383-392.

Robertson R, & Vanlaar W. Elderly drivers: Future challenges? *Accident Analysis and Prevention* 2008; 40: 1082-1086.

Rodnitzky RL. Visual dysfunction in Parkinson's disease. *Clin Neurosci* 1998; 5: 102-106.

Romero DH, Stelmach GE. Changes in postural control with aging and Parkinson's disease. *IEEE Eng Med Biol Mag* 2003; 22: 27-31.

Scally K, Charlton JL, Ianssek R, et al. Impact of External Cue Validity on Driving Performance in Parkinson's Disease. *Parkinson's Disease* 2011; Article ID 159621:10 pages.

Schober HC, Maaß K, Maaß C, et al. Wertigkeit von Sturzrisikotests bei Patienten mit rheumatoider Arthritis. *Z Rheumatol* 2011; 70: 609-614.

Shulman L, Taback R, Bean J, Weiner W. Comorbidity of the nonmotor symptoms of Parkinson's disease. *Mov Disord* 2001; 16: 507-510.

Smulders E, Schreven C, Weerdesteijn V, et al. Fall incidence and fall risk factors in people with rheumatoid arthritis. *Ann Rheum Dis* 2009; 68: 1795-1796.

Stern GM, Lander CM, Lees AJ. Akinetic freezing and trick movements in Parkinson's disease. *J Neural Trans (Suppl.)* 1980; 16: 137-141.

Tandberg E, Larsen JP, Karlsen K. Excessive daytime sleepiness and sleep benefit in Parkinson's disease: a community-based study. *Mov Disord* 1999; 14: 922-927.

The Parkinson's Study Group. A controlled, randomized, delayed-start study of rasagiline in early Parkinson disease. *Arch neurol* 2002; 61: 561-566.

Tinetti ME, Williams TF, Mayewski R. Fall risk index for elderly patients based on number of chronic disabilities. *Am J Med* 1986; 80: 429-434.

Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med* 1988; 319: 1701-1707.

Tinetti ME, Baker DI, Garrett PA, et al. Yale FICIST: risk factor abatement strategy for fall prevention. *J Am Geriatr Soc* 1993; 41: 315-320.

Uc EY, Rizzo M, Anderson SW, et al. Impaired visual search in drivers with Parkinson's disease. *Ann Neurol* 2006a; 60(4): 407-413.

Uc EY, Rizzo M, Anderson SW, Sparks JD, Rodnitzky RL, Dawson JD. Driving with distraction in Parkinson disease. *Neurology* 2006b; 67: 1774-1780.

Uc EY, Rizzo M, Anderson SW, et al. Impaired navigation in drivers with Parkinson's disease. *Brain* 2007; 130(9): 2433-2440.

Uc EY, Rizzo M, Johnson AM, Dastrup E, Anderson SW, Dawson JD. Road safety in drivers with Parkinson disease. *Neurology* 2009; 73: 2112-2119.

Uc EY, Rizzo M, Johnson AM, et al. Real-life driving outcomes in Parkinson disease. *Neurology* 2011; 76: 1894-1902.

Uitti RJ. Parkinson's disease and issues related to driving. *Parkinsonism Relat D* 2009; 15: A122-A125.

UN 2010, Resolution A/RES/64/255, Improving global road safety, May 10 2010. http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/255

United States Census Bureau. National Population Projections, Released 2008 (Based on Census 2000). <http://www.census.gov/population/www/projections/summarytables.html>. Accessed August 31, 2012.

Vanbellingen T, Kersten B, Bellion M, Temperli P, Baronti F, Muri R, et al. Impaired finger dexterity in Parkinson's disease is associated with praxis function. *Brain and Cognition* 2011; 77(1): 48-52.

VanNimwegen M, Speelman AD, Hofman-van Rossum EJM, et al. Physical inactivity in Parkinson's disease. *J Neurol* 2011; 258: 2214-2221.

Vendette M, Gagnon JF, Decary A, et al. REM sleep behavior disorder predicts cognitive impairment in Parkinson disease without dementia. *Neurology* 2007; 69: 1843-1849.

Visser M, Pluijm SM, Stel VS, Bosscher RJ, Deeg DJ: Physical activity as a determinant of change in mobility performance: the Longitudinal Aging Study Amsterdam. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50(11): 1774-1781.

Warburton DE, Nicol CW, Bredin SS. Health benefits of physical activity: the evidence. *Canadian Medical Association Journal* 2006; 174(6): 801-809.

Watson GS, Leverenz JB. Profile of cognitive impairment in Parkinson's disease. *Brain Pathol* 2010; 20(3): 640-645.

Weintraub D, Burn DJ. Parkinson's Disease: The Quintessential Neuropsychiatric Disorder. *Mov Disord* 2011; 26(6): 1022-1031.

Wenning GK, Colosimo C, Geser F, Poewe W. Multiple system atrophy. *Lancet Neurol* 2004; 3(2): 93-103.

Witjas T, Kaplan E, Azulay J, et al. Nonmotor fluctuations in Parkinson's disease: frequent and disabling. *Neurology* 2002; 59: 408-413.

Wolters ECh, Braak H. Parkinson's disease: premotor clinico-pathological correlations. *J Neural Transmiss Suppl* 2006; 70: 309-319.

Wood BH, Bilclough JA, Bowron A, Walker RW. Incidence and prediction of falls in Parkinson's disease: a prospective multidisciplinary study. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002; 72: 721-725.

Worringham CJ, Wood JM, Kerr GK, Silburn PA. Predictors of driving assessment outcome in Parkinson's disease. *Mov Disord* 2006; 21: 230-235.

Anhang -Projektplan

