

Aus dem Universitätsklinikum Rostock  
Medizinische Klinik III, Klinik für Hämatologie, Onkologie und Palliativmedizin  
Zentrum für Innere Medizin  
Direktor: Prof. Dr. med. Christian Junghanß  
(Themenvergeber: PD Dr. med. Inken Hilgendorf)

**Der Einfluss von Exergaming und Physiotherapie auf die physische  
Leistungsfähigkeit vor und nach Blutstammzelltransplantation:  
eine prospektive, randomisierte Studie**

Inauguraldissertation  
zur  
Erlangung des akademischen Grades  
Doktor der Medizin (Dr. med.)  
der Universitätsmedizin Rostock

vorgelegt von

Helge Schumacher

[https://doi.org/10.18453/rosdok\\_id00002606](https://doi.org/10.18453/rosdok_id00002606)

Schwerin, Januar 2019

**Gutachter:**

- 1. Gutachter: Frau PD Dr. med. I. Hilgendorf**
- 2. Gutachter: Herr Prof. Dr. med. W. H. Krüger**
- 3. Gutachter: Frau Prof. Dr. med. R. Stoll**

Jahr der Einreichung: 2019  
Jahr der Verteidigung: 2019

## Inhaltsverzeichnis

|   |            |
|---|------------|
| <b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>  | <b>i</b>   |
| <b>Abbildungsverzeichnis .....</b>  | <b>iii</b> |
| <b>Tabellenverzeichnis .....</b>  | <b>iv</b>  |
| <b>1 Einleitung .....</b>   | <b>1</b>   |
| <b>1.1 Grundlagen der hämatopoetischen Stammzelltransplantation.....</b>      | <b>1</b>   |
| 1.1.1 Autologe hämatopoetische Stammzelltransplantation .....                 | 2          |
| 1.1.2 Allogene hämatopoetische Stammzelltransplantation.....                  | 2          |
| <b>1.2 Fatigue .....</b>  | <b>5</b>   |
| <b>1.3 Sport- und Physiotherapie .....</b>                                    | <b>7</b>   |
| 1.3.1 Stellenwert der Bewegungstherapie in der Stammzelltransplantation ..... | 8          |
| <b>1.4 Multimediale, sensorbasierte Trainingsformen.....</b>                  | <b>10</b>  |
| <b>1.5 Problemstellung und Zielsetzung der Arbeit .....</b>                   | <b>13</b>  |
| <b>2 Thesen .....</b>   | <b>14</b>  |
| <b>3 Patienten und Methoden .....</b>   | <b>15</b>  |
| <b>3.1 Einschluss-, Ausschluss- und Abbruchkriterien.....</b>                 | <b>16</b>  |
| 3.1.1 Einschlusskriterien .....   | 16         |
| 3.1.2 Ausschlusskriterien .....   | 16         |
| 3.1.3 Abbruchkriterien.....   | 16         |
| <b>3.2 Allgemeiner Untersuchungsablauf.....</b>                               | <b>16</b>  |
| 3.2.1 Untersuchungszeitpunkte .....   | 18         |
| <b>3.3 Messung der körperlichen Fitness .....</b>                             | <b>18</b>  |
| 3.3.1 Grip-Test.....  | 18         |
| 3.3.2 Fahrradergometrie .....   | 21         |
| 3.3.3 2-Minuten-Gehtest .....   | 22         |
| 3.3.4 Berg Balance Scale .....  | 23         |
| 3.3.5 Umfangsmessung .....  | 25         |

|             |   |           |
|-------------|---|-----------|
| 3.3.6       | Brief Fatigue Inventory .....   | 25        |
| 3.3.7       | Modified Fatigue Impact Scale .....   | 25        |
| 3.3.8       | Habituationstest .....  | 26        |
| 3.3.9       | Human Activity Profile .....  | 26        |
| 3.3.10      | Physiotherapie-Fragebogen .....   | 27        |
| 3.3.11      | Nintendo-Wii®-Fragebogen .....  | 28        |
| <b>3.4</b>  | <b>Statistik .....</b>  | <b>28</b> |
| <b>4</b>    | <b>Ergebnisse .....</b>   | <b>30</b> |
| <b>4.1</b>  | <b>2-Minuten-Gehtest .....</b>  | <b>32</b> |
| <b>4.2</b>  | <b>Grip Test .....</b>  | <b>34</b> |
| <b>4.3</b>  | <b>Fahrradergometrie .....</b>  | <b>38</b> |
| <b>4.4</b>  | <b>Berg Balance Scale .....</b>   | <b>41</b> |
| <b>4.5</b>  | <b>Umfangsmessung .....</b>   | <b>42</b> |
| <b>4.6</b>  | <b>Brief Fatigue Inventory .....</b>  | <b>43</b> |
| <b>4.7</b>  | <b>Modified Fatigue Impact Scale .....</b>  | <b>47</b> |
| <b>4.8</b>  | <b>Human Activity Profile .....</b>   | <b>54</b> |
| <b>4.9</b>  | <b>Habituationstest .....</b>   | <b>57</b> |
| <b>4.10</b> | <b>Physiotherapie- und Nintendo Wii®-Fragebogen .....</b>   | <b>59</b> |
| <b>5</b>    | <b>Methodenkritik .....</b>   | <b>63</b> |
| <b>6</b>    | <b>Diskussion .....</b>   | <b>65</b> |
| <b>6.1</b>  | <b>Körperliche Leistungsfähigkeit .....</b>   | <b>67</b> |
| <b>6.2</b>  | <b>Gleichgewichtsfähigkeit .....</b>  | <b>73</b> |
| <b>6.3</b>  | <b>Fatigue .....</b>  | <b>75</b> |
| <b>6.4</b>  | <b>Habituation und Dishabituation .....</b>   | <b>78</b> |
| <b>6.5</b>  | <b>Durchführbarkeit und Akzeptanz der multimedialen,<br/>sensorbasierten Trainingsform und Motivation .....</b> | <b>79</b> |
| <b>7</b>    | <b>Zusammenfassung .....</b>  | <b>83</b> |

|             |  |            |
|-------------|--|------------|
| <b>8</b>    | <b>Literaturverzeichnis.....</b>   | <b>85</b>  |
| <b>9</b>    | <b>Anhang .....</b>  | <b>97</b>  |
| <b>9.1</b>  | <b>Ergebnisse der Griffkraftmessung der Transplantationsgruppen.....</b>             | <b>97</b>  |
| <b>9.2</b>  | <b>Ergebnisse des Berg Balance Scales der Transplantationsgruppen ....</b>           | <b>98</b>  |
| <b>9.3</b>  | <b>Ergebnisse der Umfangsmessung .....</b>   | <b>98</b>  |
| <b>9.4</b>  | <b>Ergebnisse des BFI Beeinträchtigungsscores und des BFI Intensitätsscores.....</b> | <b>105</b> |
| <b>9.5</b>  | <b>Ergebnisse des MFIS Gesamtscores der Transplantationsgruppen ...</b>              | <b>108</b> |
| <b>9.6</b>  | <b>Ergebnisse der kognitiven Subscala des MFIS .....</b>                             | <b>109</b> |
| <b>9.7</b>  | <b>Physiotherapie-Fragebogen .....</b>   | <b>110</b> |
| <b>9.8</b>  | <b>Nintendo Wii® Fragebogen .....</b>  | <b>111</b> |
| <b>9.9</b>  | <b>BFI Fragebogen .....</b>  | <b>113</b> |
| <b>9.10</b> | <b>MFIS Fragebogen .....</b>   | <b>114</b> |
| <b>9.11</b> | <b>Habituationsfragebogen .....</b>  | <b>115</b> |
| <b>9.12</b> | <b>HAP Fragebogen .....</b>  | <b>117</b> |
|             | <b>Eidesstattliche Versicherung .....</b>  |            |

## Abkürzungsverzeichnis

AML – Akute Myeloische Leukämie

BFI – *Brief Fatigue Inventory*

BMI – *Body Mass Index*

CIPN – Chemotherapie-induzierte periphere Polyneuropathie

CLL – Chronische lymphatische Leukämie

CML – Chronische myeloische Leukämie

COPD – *Chronic obstructive pulmonary disease*

DRST – Deutsches Register für Stammzelltransplantationen

ECOG – *Eastern Cooperative Oncology Group*

etc. – et cetera

ggf. – gegebenenfalls

GvHD – *Graft-versus-Host Disease* (Transplantat-gegen-Wirt Erkrankung)

HAP – *Human activity profile*

HSZT – Hämatopoetische Stammzelltransplantation

kg – Kilogramm

m – Meter

MDS – Myelodysplastisches Syndrom

MFIS – *Modified Fatigue Impact Scale*

Min.- Max. – Minimum - Maximum

MW – Mittelwert

NCCN – *National Comprehensive Cancer Network*

NHL – Non-Hodgkin Lymphom

NIH – *National Institutes of Health*

PBSZ – periphere Blutstammzellen

Pkt. – Punkte

SD – Standardabweichung

SF 36 – *Short Form 36*

SLE – Systemischer Lupus Erythematodes

T1-T4 – Untersuchungszeitpunkte 1 – 4

vs. – versus

2-MWT – *2 Minute Walk Test*

## Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Indikationen für allogene HSZT
- Abbildung 2: Ursachen für Fatigue
- Abbildung 3: Nintendo Wii® mit Controller
- Abbildung 4: Workout auf einem *Wii-Balance-Board*™
- Abbildung 5: Studiendesign
- Abbildung 6: SAEHAN Hydraulic Hand Dynamometer
- Abbildung 7: Skala des SAEHAN Hydraulic Hand Dynamometers
- Abbildung 8: Patientin in Ausgangstellung des *Grip Tests*
- Abbildung 9: *Berg Balance Scale* -Auf einem Bein stehen-
- Abbildung 10: Ergebnisse des 2 Minuten Gehtests der Transplantationsgruppen
- Abbildung 11: Ergebnisse des *Grip Tests* -Rechts- der Transplantationsgruppen
- Abbildung 12: Ergebnisse des BFI Gesamtscores der Mobilisationsgruppen
- Abbildung 13: Ergebnisse der physischen Subskala des MFIS der Mobilisationsgruppen
- Abbildung 14: Ergebnisse der kognitiven Subskala des MFIS der Mobilisationsgruppen
- Abbildung 15: Ergebnisse der psychosozialen Subskala des MFIS der Mobilisationsgruppen
- Abbildung 16: Ergebnisse des MFIS Gesamtscores der Mobilisationsgruppen
- Abbildung 17: Ergebnisse des *Human Activity Profile* der Mobilisationsgruppen
- Abbildung 18: Ergebnisse des Nintendo Wii®- und Physiotherapie Fragebogens

## Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: Gruppenstruktur
- Tabelle 2: Ergebnisse des 2-MWT der Mobilisationsgruppen
- Tabelle 3: Ergebnisse des *Grip Tests* der Mobilisationsgruppen
- Tabelle 4: Ergebnisse der Fahrradergometrie der Mobilisationsgruppen
- Tabelle 5: Ergebnisse der Fahrradergometrie der Transplantationsgruppen
- Tabelle 6: Ergebnisse des *Berg Balance Scales* der Mobilisationsgruppen
- Tabelle 7: Ergebnisse des BFI Gesamtscores der Transplantationsgruppen
- Tabelle 8: Ergebnisse der physischen Subskala des MFIS der Transplantationsgruppen
- Tabelle 9: Ergebnisse der psychosozialen Subskala des MFIS der Transplantationsgruppen
- Tabelle 10: Ergebnisse des *Human Activity Profile* der Transplantationsgruppen
- Tabelle 11: Ergebnisse des Habituationstests
- Tabelle 12: Risikofaktoren für Stürze

## 1 Einleitung

Autologe und allogene Transplantationen von hämatopoetischen Stammzellen (HSZT) werden in zunehmendem Maße zur Therapie von Erkrankungen des blutbildenden Systems eingesetzt. [1] Die Fortschritte in der HSZT in den letzten Jahren führten dazu, dass immer mehr Patienten immer länger überleben. So rechnet man für das Jahr 2030 weltweit mit einer halben Million Langzeitüberlebenden nach HSZT. [2] Der Prävention von Langzeitfolgen nach HSZT kommt dementsprechend eine immer bedeutendere Rolle zu. [3]

Neben der Reduktion von Komplikationen und Folgestörungen sollen physische, psychische und soziale Faktoren gefördert werden, um die mit der HSZT assoziierten Belastungen bestmöglich zu bewältigen. In diesem Zusammenhang spielt die Physio- und Sporttherapie sowohl während der unmittelbaren Phase des stationären Aufenthaltes als auch in der Nachbetreuung transplantierter Patienten eine wichtige Rolle. Positive Effekte von belastungsabhängigen körperlichen Trainingsformen nach HSZT sind bekannt [4, 5], leistungs- und problemorientierte Therapien existieren jedoch nur begrenzt. Es gibt allenfalls Empfehlungen.

### 1.1 Grundlagen der hämatopoetischen Stammzelltransplantation

Die hämatopoetische Stammzelle ist Bestandteil einer ein- bis zweiprozentigen Fraktion der Knochenmarkzellen, welche den Oberflächenmarker CD34 exprimieren. Die Eignung für die Nutzung zur HSZT ergibt sich aus der Eigenschaft der regenerativen Kapazität dieser Zellen. Nach intravenöser Applikation gelangen sie eigenständig in das Knochenmark, um sich dort in rote und weiße Blutzellen, Blutplättchen sowie antigenpräsentierende Zellen auszudifferenzieren. Quellen zur Gewinnung der hämatopoetischen Stammzellen sind das Knochenmark, das periphere Blut und das Nabelschnurblut. Im klinischen Alltag hat sich in den letzten Jahren zunehmend die periphere Blutstammzelltransplantation durchgesetzt.

Im Rahmen dieser Studie erfolgte die Stammzelltransplantation ebenfalls mit peripheren Blutstammzellen (PBSZ). Diese Zellen zirkulieren in einem sehr geringen Prozentsatz (~0,05%) im peripheren Blut. Ihre Konzentration im peripheren Blut lässt sich durch die Applikation von Granulozyten-Kolonie-stimulierendem Faktor auf das Hundertfache steigern, sodass eine Stammzellsammlung mittels Leukapherese ermöglicht wird. [6]

Grundsätzlich unterscheidet man die autologe von der allogenen HSZT, auf die in den nachfolgenden Abschnitten näher eingegangen wird.

### **1.1.1 Autologe hämatopoetische Stammzelltransplantation**

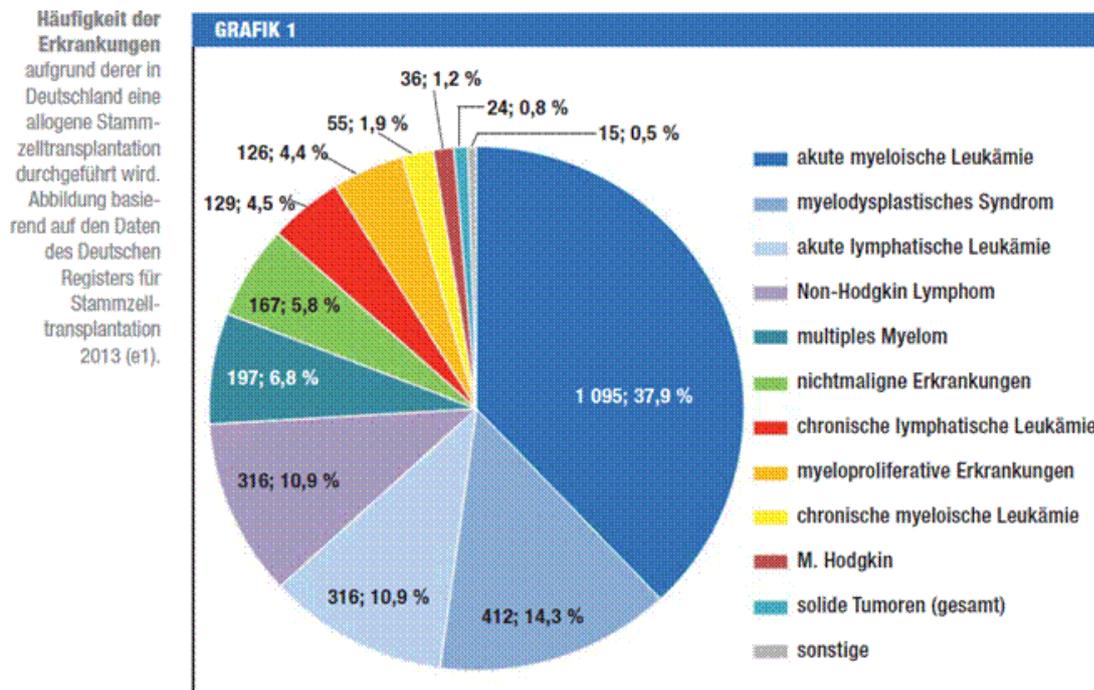
Bei der autologen HSZT stammen die gewonnenen Stammzellen von dem Patienten selbst. Im Jahr 2015 erfolgten in Deutschland 3399 autologe HSZT [7]. Hauptindikationen zur Durchführung einer autologen HSZT sind multiple Myelome und Non-Hodgkin-Lymphome. Die autologe HSZT verfolgt das Ziel, die Neutropeniedauer nach einer hochdosierten Konditionierungstherapie durch die Rückgabe der eigenen Stammzellen zu verkürzen. Die Konditionierung dient der Elimination möglichst aller Tumorzellen im Körper. Dies ist durch eine hochdosierte Chemotherapie beziehungsweise die Kombination von Strahlen- und Chemotherapie erreichbar.

### **1.1.2 Allogene hämatopoetische Stammzelltransplantation**

Die allogene HSZT ist für eine Vielzahl von hämatologischen Erkrankungen eine Therapieoption mit kurativem Potential. Im Jahr 2015 wurden in Deutschland insgesamt 3348 allogene HSZT vom Deutschen Register für Stammzelltransplantationen (DRST) dokumentiert. [7] Das griechische Präfix „allo“ gleichbedeutend mit fremd, bezieht sich auf die Herkunft der zu transplantierenden Stammzellen. Bei allogenen HSZT finden Stammzellen von einem Familien- oder Fremdspender Verwendung. Steht die Indikation zur Transplantation, wird eine Spendersuche eingeleitet. Basis hierfür ist die serologische und molekular-biologische Bestimmung der humanen Leukozyten-Antigen-Merkmale (HLA-Merkmale), die in die Klassen I und II unterteilt werden und auf Chromosom 6 lokalisiert sind. Die HLA-Merkmale dienen im Rahmen der Immunabwehr der Antigen-Präsentation. Fortschritte in der HLA-Typisierung haben erheblichen Anteil am Erfolg der HSZT. [8]

Circa 25% der Patienten finden einen geeigneten Geschwisterspender. Für alle anderen Patienten kann eine Fremdspendersuche eingeleitet werden. Die Chance einen HLA-identen Fremdspender zu finden, beträgt circa 90%, die mittlere Suchdauer beträgt 20 Tage. 10% der Patienten tragen sehr seltene Merkmalskombinationen, für diese müssen alternative Therapieoptionen geprüft werden. [8]

Die Indikationsstellung zur allogenen HSZT ist ein sich ständig wandelnder Prozess. Die wichtigsten Erkrankungen, bei denen die allogene HSZT angewandt wird, sind in Abbildung 1 aufgeführt.



**Abbildung 1: Indikationen für allogene HSZT [3]**

Steht die Indikation zur allogenen HSZT und ist ein geeigneter Spender gefunden, muss vor der Stammzellapplikation die Konditionierungstherapie erfolgen. Die Konditionierung umfasst im Wesentlichen drei Ziele: (1.) die Myeloablation, (2.) die Immunsuppression und (3.) die antileukämische Aktivität. Die Myeloablation dient der Eradikation des Knochenmarkes des Empfängers, um Raum für die zu transplantierenden Stammzellen zu schaffen. Die immunsuppressive Wirkung sorgt für das sichere Engraftment und die antileukämische Aktivität beseitigt die Tumorzellen der zugrundeliegenden hämatologischen Erkrankung. [8]

Die Intensität der durchgeführten Konditionierungstherapie ist abhängig von der Art und dem Remissionsstatus der Grunderkrankung sowie von dem Allgemeinzustand des Patienten. Während jüngere Patienten im guten Allgemeinzustand einem klassischen Konditionierungsregime mit Hochdosis-Chemotherapie, gegebenenfalls in Kombination mit einer Ganzkörperbestrahlung, zugeführt werden können, besteht für ältere Patienten die Möglichkeit einer intensitätsreduzierten beziehungsweise nicht-myeloablativen

Konditionierung. Die Toxizität dieser Konditionierungstherapie ist deutlich geringer. Die myeloablative Wirkung tritt in den Hintergrund, sodass das Engraftment durch den Einsatz immunmodulierender Substanzen erreicht wird.

Das Engraftment nach allogener HSZT setzt in der Regel innerhalb von 14 - 28 Tagen ein. Bis zu diesem Zeitpunkt besteht aufgrund der konditionierungsbedingten Leuko-beziehungsweise Neutropenie ein erhöhtes Risiko für das Auftreten von Infektionen. Deshalb ist die Unterbringung der Patienten auf speziellen Transplantationsstationen erforderlich. Hierfür gelten spezifische bauliche, klimatische und krankenhaushygienische Anforderungen, wie zum Beispiel die ausreichende Verfügbarkeit von Einzelzimmern mit eigenem Bad/eigener Toilette und die Möglichkeit zur Unterbringung in Räumlichkeiten mit gefilterter Luft etc. [9] Außer dem erhöhten Infektionsrisiko können in der Frühphase nach HSZT aufgrund der Akuttoxizität der Konditionierung weitere Komplikationen auftreten.

Eine der häufigsten Komplikationen nach allogener HSZT ist die Transplantat-gegen-Wirt Erkrankung (*graft-versus-host disease*, GvHD). Sie geht mit einer hohen Morbidität und Mortalität einher. Es wird eine akute von einer chronischen GvHD unterschieden. Die akute GvHD beginnt in der Regel innerhalb der ersten 100 Tage nach allogener HSZT, während die chronische GvHD meistens erst danach einsetzt. Die Klassifikation des *National Institutes of Health* (NIH) schließt außerdem die „*late acute*“ GvHD (beginnt > 100 Tage nach HSZT) und die „*overlap*“ GvHD, welche Eigenschaften sowohl der akuten als auch der chronischen GvHD besitzt, mit ein. Pathophysiologisch liegt eine Immunreaktion des Spenders gegen histokompatible, meist epitheliale Oberflächen-Antigene des Empfängers vor.

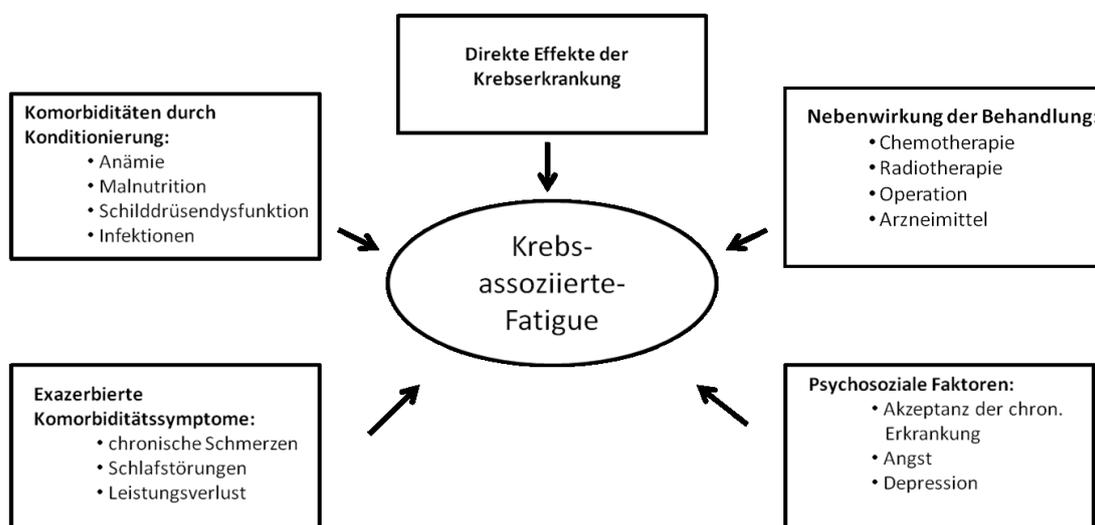
Die akute GvHD kann die Haut, die Leber und/oder den Darm betreffen. Da unter anderem eine Aktivierung der CD4+ -T-Lymphozyten und der CD8+ -T-Zellen eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung einer GvHD spielen, richtet sich die nach allogener HSZT obligate GvHD-Prophylaxe vor allem gegen die T-Zellen. Nichtsdestotrotz tritt eine akute GvHD in 30 – 60% der Fälle nach allogener HSZT auf. [10]

Die chronische GvHD ist eine Multisystemerkrankung und weist Ähnlichkeiten zu Autoimmunerkrankungen auf. Sie tritt je nach Risikokonstellation mit einer Inzidenz von 50 – 60% auf. Die Therapie richtet sich nach dem Schweregrad der chronischen GvHD und dem Rezidivrisiko des Patienten. [11]

Neben den organbezogenen Nebenwirkungen nach HSZT ergeben sich noch zahlreiche weitere sowohl physische als auch psychische Belastungsfaktoren. Diese resultieren zum einen aus der Bedrohlichkeit der zugrundeliegenden Erkrankung an sich und zum anderen aus den Begleitumständen der intensiven Therapie mit langen Krankenhausaufenthalten, Veränderung der gewohnten sozialen Rolle, krankheits- und therapieassoziierten Ängsten und Erschöpfungszuständen, sowie Reduktion der gewohnten Leistungsfähigkeit bis hin zum Auftreten von Fatigue.

## 1.2 Fatigue

Der Begriff Fatigue umschreibt nach einer Definition von Cella (1995) „eine außerordentliche Müdigkeit, mangelnde Energiereserven oder massiv erhöhtes Ruhebedürfnis, das absolut unverhältnismäßig zu vorangegangenen Aktivitätsänderungen ist.“ [12] Diese Erschöpfung lässt sich nicht durch normale Erholungsmechanismen beheben. Die Ätiologie der Fatigue ist nicht vollständig geklärt, die häufigsten mit Fatigue in Verbindung gebrachten Faktoren sind in Abbildung 2 dargestellt.



**Abbildung 2: Ursachen für Fatigue (modifiziert nach Atkinson *et al*, 2002; Cella *et al*, 1998; Portenoy and Itri, 1999 [13])**

Vor allem Patienten nach allogener HSZT haben ein hohes Risiko für die Ausbildung eines Fatigue-Syndroms. Besonders in dieser Patientengruppe bestehen nach

abgelaufener Therapie fatigueassoziierte Einschränkungen der körperlichen Leistungsfähigkeit. Dirou et al. empfehlen daher die Untersuchung der kardiopulmonalen Leistung bei Patienten mit Fatigue-Symptomen. [14] Die hohe Prävalenz und der große Einfluss der Fatigue auf die Lebensqualität der Patienten unterstreichen den Stellenwert von Fatigue in der Nachsorge von Patienten nach HSZT. Fatigue sei ein Symptom, welches häufig übersehen und oft nicht angemessen behandelt wird. [15]

Dabei beeinflusst Fatigue unterschiedliche Dimensionen des alltäglichen Lebens der Patienten. Es bestehen Einschränkungen in physischen, kognitiven, psychosozialen und ökonomischen Teilbereichen. Beispiele hierfür sind Motivations- und Interessenlosigkeit, fehlende Energie, um soziale Kontakte aufrechtzuerhalten, Konzentrationsschwierigkeiten oder Unfähigkeit zu arbeiten mit nachfolgender Änderung des Beschäftigungsverhältnisses etc. [16]

Richtlinien zur Behandlung der krebsassoziierten Fatigue wurden vom *National Comprehensive Cancer Network* (NCCN) herausgegeben. [17] Es bestehen zwei grundsätzliche Therapieansätze zur Fatiguebehandlung.

Im ersten Schritt werden mögliche Auslösefaktoren wie zum Beispiel Schmerz, emotionaler Stress, Anämie, Schlafstörungen, Verlust von körperlicher Leistungsfähigkeit durch verminderte Aktivität oder Komorbiditäten behandelt.

Im nächsten Schritt folgt die Behandlung einer nach Beseitigung der Auslösefaktoren persistierenden Fatigue. Diese beinhaltet die Beratung der Patienten und Angehörigen, das Erlernen von Strategien zum Selbstmanagement, pharmakologische und nicht-pharmakologische Behandlung wie zum Beispiel der Erhalt von Energiereserven, Strukturierung der täglichen Routine und Priorisierung der Aktivitäten etc. [13]

Fatigue als multidimensionales Problem wirkt sich auch auf die körperliche Leistungsfähigkeit aus. Dimeo et al. fanden eine relevante Korrelation zwischen körperlicher Leistungsfähigkeit und Fatigue. [18] Körperliche Aktivität wirkt sich damit nicht nur positiv auf die körperliche Leistungsfähigkeit aus, sondern kann auch das Ausmaß der Fatigue reduzieren. [4, 19]

Es gibt erste Hinweise darauf, dass sensorbasiertes multimediales Training erfolgreich zur Fatiguereduktion angewandt werden kann. So zeigte sich bei Patienten mit nichtkleinzelligem Bronchialkarzinom nach einem mehrwöchigen Training mit der Nintendo Wii® eine Reduktion der krebsassoziierten Fatigue. [20] Auch bei Patienten

mit chronischer Erkrankung, wie zum Beispiel Systemischen Lupus Erythematoses (SLE) [21] oder dialysepflichtigem terminalen Nierenversagen [22], konnte durch körperliche Aktivität an der Nintendo Wii® eine Reduktion der Fatigue erzielt werden.

### 1.3 Sport- und Physiotherapie

Die körperliche Fitness ist eine prognostische Variable, welche trotz ihrer hohen Aussagekraft noch nicht genügend Beachtung findet. [23] Die körperliche Fitness definiert sich als allgemeine körperliche Leistungsfähigkeit, die mit Hilfe eines maximalen Belastungstest (zum Beispiel maximal erzielte Leistung in Watt auf dem Fahrradergometer) bestimmt werden kann. [24]

Die Meinung zur körperlichen Aktivität von Krebspatienten hat sich in den letzten Jahrzehnten grundlegend gewandelt. Zunächst bestand die Auffassung, durch Ruhe und Schonung Kraftreserven für krankheits- und therapiebedingte Belastungen aufzusparen. Körperliche Belastung führe zur Schwächung der Körperabwehr und einer damit einhergehenden negativen Beeinflussung des Krankheitsverlaufes. [25] Seit den 1980er Jahren mehren sich Stimmen, die Gegenteiliges behaupten. Diese Erkenntnisse kamen erstmalig aus Institutionen, die sich mit HSZT bei Leukämiepatienten befassten. [25] Dimeo et al. zeigten auf, dass tägliches Ausdauertraining während einer chemotherapeutischen Behandlung bei Patienten mit hämatologischer Grunderkrankung den therapiebedingten körperlichen Leistungsverlust reduzierte. [5] In den letzten Jahren haben zahlreiche Studien belegt [26, 27, 28, 29], dass regelmäßiges körperliches Training die Lebensqualität verbessert, die allgemeine und kardiovaskuläre Mortalität vermindert und die Entstehung beziehungsweise das Voranschreiten verschiedener Krankheiten verhindern kann. [30]

Durch den Beginn eines Kraft- und Ausdauertrainings und der damit verbundenen Steigerung der körperlichen Fitness lässt sich die Morbidität und Mortalität senken. [31] Aktuell werden 30 Minuten moderate Aktivität an fünf Tagen pro Woche als optimal erachtet. [32] Moderate Aktivität wird durch viele Alltagstätigkeiten erreicht, zum Beispiel Putzen, Spazierengehen und Einkaufen. Haskell et al. kamen zu dem Ergebnis, dass durch moderate Aktivität nicht nur eine Risikoreduktion für die kardiovaskuläre und die Gesamtmortalität besteht, sondern auch eine Reduktion der Krebsmortalität erzielt werden kann. Wird die Aktivität durch zusätzliche intensive Aktivitäten ergänzt, kann eine noch größere Risikoabsenkung erreicht werden. [33] Die

körperliche Aktivität als Lebensstilfaktor ist ein epigenetischer Einflussfaktor auf die Krebsentwicklung. Dabei verdichten sich die Hinweise, dass körperliche Aktivität nicht nur primärpräventiv wirkt, sondern auch die Prognose günstig beeinflusst. [25] Aus diesem Grund spielt die Aufrechterhaltung einer körperlichen Aktivität in der Akutbehandlung maligner Erkrankungen eine immer größere Rolle.

### **1.3.1 Stellenwert der Bewegungstherapie in der Stammzelltransplantation**

Die physiotherapeutische Mitbetreuung besitzt aufgrund der besonderen Therapiebedingungen bei Patienten nach HSZT einen besonderen Stellenwert und kann auch im Rahmen einer Hochdosis-Chemotherapie und bei Patienten mit ausgeprägten Zytopenien komplikationslos erfolgen. [34] Bei vielen Patienten führt die HSZT zu einer längeren Phase der Immobilisation, welche durch eine Einschränkung des Allgemeinzustandes, aber auch durch die Isolation während des Aufenthaltes auf der Transplantationsstation bedingt ist. Dies allein kann häufig einen deutlichen Verlust an Muskelmasse herbeiführen. [35] Dieser Verlust an Muskelkraft kann wiederum eine Verminderung der Balancefähigkeit bei Patienten nach HSZT begünstigen. [36] Ueki et al. berichteten über eine 45%ige Fallrate bei diesen Patienten. [37] Weitere wesentliche Faktoren, die regelmäßig zu Myopathie und Osteoporose führen, sind die Katabolie nach der Konditionierungstherapie, Hormonveränderungen wie beispielsweise ein sekundärer Hypogonadismus sowie das Auftreten einer GvHD bei Patienten nach allogener HSZT. [38]

Ein längerfristiger stationärer Aufenthalt und die Isolation führen zu einer Einschränkung der üblichen Alltagsaktivität. Diese ist ein relevanter Faktor beim Kalorienverbrauch mit positivem gesundheitlichen Effekt und stellt zumeist die Hauptbewegungsform im Alter dar. [39] Tätigkeiten mit energetischer Relevanz, wie zum Beispiel Treppensteigen, können im Rahmen der Isolation nicht oder nur in reduziertem Maße durchgeführt werden. Die aktive Bewegungsförderung ist daher von besonderer Bedeutung, um der körperlichen Inaktivität und den damit einhergehenden Verlust an Muskelmasse entgegenzuwirken.

In einer diesem Projekt vorangestellten Studie unserer Arbeitsgruppe konnte gezeigt werden, dass vor allem in der frühen Posttransplantationsphase der Verlust an Muskelkraft und Kondition besonders ausgeprägt ist. [35] Diese physischen Defizite stehen in enger Beziehung zu einer signifikant verminderten Lebensqualität.

Gleichzeitig tritt eine Wechselbeziehung zwischen körperlicher Inaktivität und Fatigue auf. [40] Dies unterstreicht die Bedeutung physiotherapeutischer Maßnahmen und die gegebene Notwendigkeit zur Entwicklung effektiver Interventionsstrategien in diesem Bereich. [35] Unterschiedliche physiotherapeutische Anwendungen nach HSZT sind verbreitet, dennoch gibt es darüber nur wenige Berichte. [4, 5]

Bisher wurde durch eine physiotherapeutische Mobilisationstherapie versucht, den Muskelmasseverlust nach HSZT zu reduzieren. Einschränkungen ergeben sich aufgrund wechselhafter und individueller Verläufe, sodass eine Standardisierung sowohl des Assessments als auch der physiotherapeutischen Behandlungstechniken erschwert wird. Darüber hinaus sind die physiotherapeutischen Möglichkeiten zum Erhalt von Muskelmasse und Kondition bei transplantierten Patienten, die aufgrund des Infektionsrisikos Isolationsvorschriften einhalten müssen, begrenzt.

Positive Einflüsse auf Fatigue, körperliche Leistungsfähigkeit und Lebensqualität sind bekannt. [41] So konnte nachgewiesen werden, dass sich bei Patienten nach allogener HSZT der Verlust von Muskelmasse durch systematische Physiotherapie verringern lässt. [42] Dimeo et al. berichteten über positive Effekte des standardisierten und belastungsgesteuerten Ergometrietrainings nach HSZT. So konnten in einer kleinen Patientengruppe durch ein tägliches 30-minütiges Ergometertraining während des stationären Aufenthaltes nach HSZT eine kürzere Neutropeniedauer, weniger Schmerzen, eine Verkürzung der Krankenhausaufenthaltsdauer und eine geringere Diarrhoeintensität gegenüber einer Kontrollgruppe ohne körperliches Training nachgewiesen werden. [43, 44]

Zielgerichtete geplante physiotherapeutische Programme können zu einer Verbesserung der Muskelkraft und damit zu Verbesserung des funktionellen Status und der Lebensqualität beitragen. [42, 43]

Die Fortsetzung der körperlichen Betätigung in der Nachsorge wird jedoch oft vernachlässigt. Die Motivation, sich auch nach Abschluss des stationären Aufenthaltes beziehungsweise nach der Rehabilitationsphase aktiv zu bewegen, lässt nach kurzer Zeit stark nach. [45] Hilgendorf et al. zeigten, dass insbesondere jüngere Erwachsene zu einer Mobilisierungstherapie durch klassische physiotherapeutische Krankengymnastik nur schwer zu motivieren sind. Dies spiegelt sich in einer verminderten physischen Leistungsfähigkeit in dieser Altersgruppe wieder. [46]

## 1.4 Multimediale, sensorbasierte Trainingsformen

Der Begriff „Multimediale, sensorbasierte Trainingsformen“ umfasst die Umsetzung von über Sensoren registrierten Bewegungen auf entsprechende Bewegungen von Spielfiguren und –elementen auf einem Bildschirm. Anbieter bewegungssensitiver Hardware sind unter anderem Nintendo mit der Spielekonsole Nintendo Wii®, Sony mit der Playstation Move® und Microsofts Kinect®. Während die Software der Nintendo Wii® und der Playstation Move® über die in den Gamepads integrierten Bewegungssensoren gesteuert werden, ist bei der Kinect® von Microsoft die Bedienung allein durch Körperbewegungen möglich.

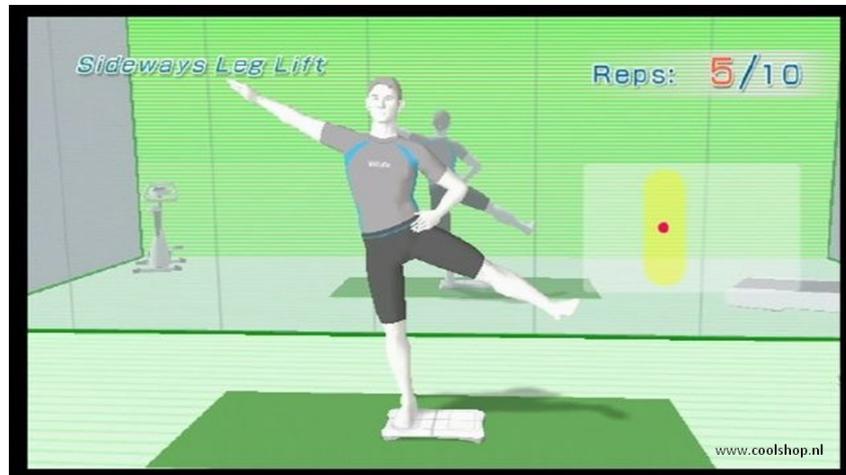
Im Rahmen dieser Studie erfolgte die Umsetzung des sensorbasierten Trainings mit Hilfe der Nintendo Wii®. Die Nintendo Wii® ist eine Spielekonsole mit Controllern, die herkömmlichen Fernbedienungen ähneln, aber über eingebaute Bewegungssensoren verfügen (siehe Abbildung 3). Ein entsprechender Empfänger an der Konsole registriert die Lage und die Bewegungen des Controllers im Raum und übersetzt sie in Bewegungen von Spielfiguren und Spielelementen auf dem Bildschirm.



**Abbildung 3: Nintendo Wii® mit Controller**

Ein zusätzliches Hardwareelement stellt das in Abbildung 4 dargestellte *Wii-Balance-Board™* dar. Dieses erfasst Schwerpunktverlagerungen und gibt sie an das

Spielsystem weiter. Es misst so im Zusammenspiel mit dem Controller dreidimensionale Bewegungen des Nutzers.



**Abbildung 4: Workout auf einem *Wii-Balance-Board*™**

Positive Einflüsse des Trainings mit der Nintendo Wii® wurden in verschiedenen Patientengruppen aufgezeigt. Diverse Studien haben vor allem die koordinativen Trainingseffekte als Endpunkte untersucht. Hierbei zeigten sich durch das Training mit der Nintendo Wii® Verbesserungen zum Beispiel der motorischen Funktionen bei Schlaganfallpatienten [47], der Balance bei Bewohnern von Gesundheitseinrichtungen [48] oder auch Verbesserungen der motorischen Fähigkeiten im Rahmen der Rehabilitation bei Kindern mit infantiler Zerebralparese. [49]

Bei Patienten mit neurologischer Grunderkrankung konnte durch Exergaming eine körperliche Aktivität moderater Intensität gewährleistet werden. [50] Die Arbeitsgruppe um Rodrigues et al. untersuchte die kardiovaskulären Einflüsse des Trainings mit der Nintendo Wii®. Es zeigte sich, dass vor allem aerobe Trainingsformen mit moderater Intensität Verbesserungen der kardiorespiratorischen Fitness herbeiführen können. Dieses Ergebnis unterstreicht das Potential der Nintendo Wii® zur Nutzung bei körperlichen Aktivitätsprogrammen. [51]

Darüber hinausgehend findet das Training mit der Nintendo Wii® auch in der orthopädischen Rehabilitation Anwendung. So empfehlen Fung et al. das ergänzende Trainieren mit der Nintendo Wii Fit™ bei Patienten nach totaler Knieendoprothetik. [52] Auch nach Sprunggelenksfrakturen ist das Trainieren mit der Wii Fit™ der klassischen

Physiotherapie ebenbürtig und kann zur physiotherapeutischen Nachbehandlung angewandt werden. [53]

Bei onkologischen Patienten wurden ebenfalls positive Auswirkungen durch das Training mit der Nintendo Wii® nachgewiesen. Hoffmann et al. konnten positive Einflüsse auf krebsassoziierte Fatigue bei operierten Lungenkrebspatienten durch ein Nintendo Wii®-Trainingsprogramm zeigen. [20] Jahn et al. berichten über den positiven Effekt des Trainings mit der Nintendo Wii® auf die Motivation zur körperlichen Betätigung im Rahmen eines stationären Aufenthaltes bei Krebspatienten. [54]

Das Angebot verfügbarer Spiele ist umfangreich. Vor allem Spiele mit realistischen Bewegungsabläufen wie zum Beispiel Tennis, Bowling und Golf werden von den Patienten bevorzugt. [54]

Randomisierte klinische Studien zur Effektivität der multimedialen sensorbasierten Trainingsformen existieren derzeit nicht. Rosipal et al. verglichen ein Standardtrainingsprogramm mit einem Nintendo Wii®-Training bei Patienten nach HSZT, dabei war die Nintendo Wii® die bevorzugte Trainingsform. Ein Unterschied in der Leistungsentwicklung beider Gruppen zeigte sich nicht. [55]

Tsuda et al. zeigten die Durchführbarkeit und Sicherheit des Trainings in einer virtuellen Realität (computergenerierte, interaktive Umgebung) bei Patienten mit hämatologischen Erkrankungen und Chemotherapie. Dabei konnte ein tägliches 20-minütiges Training mit der Nintendo Wii® komplikationslos im Rahmen einer Hochdosis-Chemotherapie durchgeführt werden. [56] Für Tsuda et al. liegen die Vorteile der Nintendo Wii® im mobilen Einsatz der Konsole, sodass ein abwechslungsreiches, unterhaltsames Training auch bei neutropenen Patienten mit reduziertem Allgemeinzustand vor Ort angeboten werden kann, ohne dass die Patienten zum Beispiel durch Wegstrecken durch das Krankenhaus oder die Benutzung von Gemeinschaftsequipment in den zentralen Trainingsräumen einem erhöhten Infektionsrisiko ausgesetzt werden. Weitere Vorteile, aus ökonomischer Sichtweise, liegen in den vergleichsweise niedrigen Anschaffungskosten der Nintendo Wii® [56], sowie in der Durchführbarkeit der Trainingseinheiten ohne spezialisiertes medizinisches Personal. [57]

## 1.5 Problemstellung und Zielsetzung der Arbeit

Nach HSZT besteht ein hohes Risiko für unerwünschte therapieassoziierte Nebenwirkungen. Vor allem eine Verschlechterung der körperlichen Leistungsfähigkeit und eine damit einhergehende Induktion von Fatigue können die Lebensqualität der Patienten erheblich beeinträchtigen. [14] Förderung der körperlichen Aktivität nach HSZT kann die körperliche Leistungsfähigkeit und die psychosozialen Auswirkungen günstig beeinflussen. [58] Im Rahmen der zunehmenden Digitalisierung ergeben sich vielfältige Möglichkeiten für den Einsatz digitaler Geräte um solche positiven Effekte zu erzielen. Dabei gilt es zu klären ob solche Methoden auch im stationären Alltag hospitalisierter Patienten effektiv und sicher eingesetzt werden können und ob hierdurch die Motivation der Patienten zur körperlichen Betätigung zusätzlich gefördert werden kann.

Ziel der vorgelegten Studie ist es, die Effekte einer multimedialen sensorbasierten Trainingsform mit der Nintendo Wii® im randomisierten Vergleich zur konventionellen Physiotherapie während des Verlaufs einer HSZT zu untersuchen.

Dazu werden neben der Motivation zur körperlichen Betätigung hauptsächlich die körperliche Leistungsfähigkeit, die Muskelkraft, die Balancefähigkeit sowie das Auftreten von Fatigue zu definierten Zeitpunkten vor und im Verlauf nach autologer beziehungsweise allogener HSZT erhoben. Des Weiteren sollen qualitative Daten zur Akzeptanz und Zufriedenheit mit der angebotenen Trainingsform erfasst werden.

Zudem geht die vorliegende Arbeit auch der Frage nach, welche Auswirkungen sich nach autologer beziehungsweise allogener HSZT auf die körperliche Leistungsfähigkeit und das Auftreten von Fatigue im zeitlichen Verlauf ergeben.

Inbesondere soll jedoch durch den Vergleich der Messergebnisse geklärt werden, ob die Mobilisierungstherapie mit der Nintendo Wii® eine gleichwertige Alternative zur klassischen Krankengymnastik darstellt und ob durch sensorbasierte multimediale Trainingsformen die Motivation zur regelmäßigen körperlichen Betätigung gefördert werden kann.

## 2 Thesen

1. Ein multimediales, sensorbasiertes Training an der Nintendo Wii® zur Mobilisation bei Patienten nach HSZT ist ebenso effektiv wie eine klassische Physiotherapie.
2. Ein multimediales, sensorbasiertes Training an der Nintendo Wii® kann bei Patienten nach HSZT sicher angewendet werden.
3. Ein Training an der Nintendo Wii® kann die Patienten zur körperlichen Betätigung motivieren.
4. Mit Hilfe eines Trainings an der Nintendo Wii® bei Patienten nach HSZT kann eine Ablenkung vom Klinikalltag erreicht werden.
5. Ein multimediales, sensorbasiertes Training an der Nintendo Wii® wird von den Patienten akzeptiert.
6. Die Nintendo Wii® kann ebenso wie die klassische Physiotherapie unabhängig vom Alter der Patienten eingesetzt werden.
7. Klassische Physiotherapie lässt sich besser an das individuelle Leistungsniveau der Patienten anpassen.
8. Durch ein Training an der Nintendo Wii® können Fatigue auslösende Faktoren reduziert werden.
9. Nach allogener HSZT tritt ein größerer körperlicher Leistungsverlust als nach autologer HSZT ein.
10. Nach allogener HSZT ist die Fatigueausprägung größer als nach autologer HSZT.

### 3 Patienten und Methoden

Insgesamt wurden 49 Patienten (29 Männer und 20 Frauen), die zur Durchführung einer autologen oder allogenen HSZT in der Klinik für Innere Medizin III der Universitätsmedizin Rostock stationär aufgenommen wurden, in die Studie eingeschlossen. Die Durchführung der Studie wurde von der Ethikkommission Rostock unter der Nummer A2013-0015 registriert und genehmigt.

Vor Aufnahme in die Studie wurden die Patienten über die Studie aufgeklärt und das schriftliche Einverständnis zur Studienteilnahme eingeholt. Anschließend erfolgte eine Randomisierung mittels „Exel RanDOOMizer“ in die Trainingsgruppen.

Eine Untersuchung der Patienten hinsichtlich der körperlichen Leistungsfähigkeit erfolgte zu definierten Zeitpunkten im Verlauf einer HSZT (siehe unter Punkt 3.2 Allgemeiner Untersuchungsablauf). Zusätzlich wurde eine Datenerhebung mittels Fragebögen durchgeführt.

Die körperliche Leistungsfähigkeit wurde anhand der klassischen Fahrradergometrie, der isometrischen Muskelkraftmessung mit hydraulischem Handdynamometer, dem 2-Minuten-Gehtest (2-MWT) sowie einer Umfangsmessung an den oberen und unteren Extremitäten erfasst. Des Weiteren wurden mit Hilfe des *Berg Balance Scale* Daten zum Gleichgewicht und zur Balance erhoben. Zur Erfassung der körperlichen Aktivität kam der *Human Activity Profile (HAP)* Fragebogen zur Anwendung. Die Ermittlung von Fatigue im Verlauf vor und nach HSZT erfolgte mittels *Brief Fatigue Inventory (BFI)* und *Modified Fatigue Impact Scale (MFIS)*. Zusätzlich wurde eine Datenerhebung zur Habituation mit dem vom Institut für Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie der Universitätsmedizin Rostock entwickelten *Habituationstest* im Fragebogenformat durchgeführt.

Die Auswahl der Messinstrumente basierte auf den Empfehlungen des NIH und einer Auswahl von weiteren Messinstrumenten zur Komplettierung der Daten im Rahmen der Fragestellung.

Zusätzlich wurden qualitative Daten bezüglich der Nutzung, der Akzeptanz und Zufriedenheit mit der jeweils angebotenen Trainingsform in einem dazu eigenständig entwickelten Fragebogen (siehe Anhang unter 9.7 und 9.8) erhoben und ausgewertet.

### **3.1 Einschluss-, Ausschluss- und Abbruchkriterien**

Zur Durchführung der Studie wurden Einschluss-, Ausschluss- und Abbruchkriterien definiert, auf die nachfolgend eingegangen wird.

#### **3.1.1 Einschlusskriterien**

Einschlusskriterien für die Aufnahme in die klinische Studie waren eine geplante autologe oder allogene HSZT, ein Patientenalter > 18 Jahre und das Fehlen von körperlichen oder geistigen Einschränkungen, welche die physiotherapeutischen Interventionen oder die für die Datenerhebung nötigen Messungen beeinträchtigen. Die Patienten sollten der deutschen Sprache in Wort und Schrift mächtig und kognitiv in der Lage sein, die Studienanforderungen zu erfüllen. Außerdem war das Vorliegen der schriftlichen Einverständniserklärung des Patienten wesentliche Voraussetzung zur Teilnahme an der Studie.

#### **3.1.2 Ausschlusskriterien**

Ausschlusskriterien waren ein fehlendes Einverständnis des Patienten, mangelnde Therapieadhärenz oder Erkrankungen, welche die Leistungserhebung oder die physiotherapeutischen Übungen beeinträchtigten.

#### **3.1.3 Abbruchkriterien**

Abbruchkriterien waren die Rücknahme der Einwilligung durch den Patienten, die Verschlechterung des Allgemeinzustandes des Patienten oder das Auftreten akuter Erkrankungen (zum Beispiel fieberhafte Infektionen, starke Übelkeit mit Erbrechen, pathologische Frakturen), sodass die weitere Teilnahme an der Studie nicht möglich war.

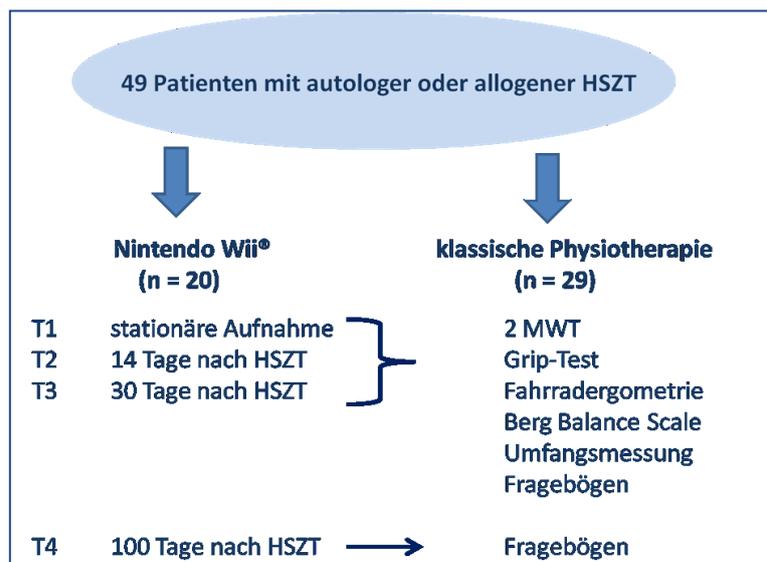
### **3.2 Allgemeiner Untersuchungsablauf**

Nach stationärer Aufnahme der Patienten zur Durchführung einer HSZT erfolgte die ausführliche Aufklärung der Patienten über das Studiendesign und die Risiken einer Studienteilnahme. Zudem wurden den Patienten die zuvor erwähnten Einschluss-, Ausschluss- und Abbruchkriterien erläutert. Nach schriftlicher Einwilligung der Patienten erfolgte die Anamnese, die Stuserhebung sowie die Dokumentation der erhobenen

Daten in einem Statusblatt. Im Anschluss wurden die Leistungstests auf Station durchgeführt, die entsprechenden Fragebögen ausgeteilt und ein Termin zur Rückgabe vereinbart. Der Untersuchungsablauf gestaltete sich wie folgt:

1. Aufklärung und Einwilligung des Patienten
2. Anamnese und Stuserhebung
3. 2-MWT auf Flurebene der Station
4. Beidseitige isometrische Muskelkraftmessung der Griffkraft: *Grip-Test*
5. *Berg Balance Scale*
6. Fahrradergometrie
7. Beidseitige Umfangsmessung der oberen und unteren Extremität
8. Einweisung in die Fragebögen, sowie Terminvereinbarung für die Rückgabe

Im Anschluss erfolgte die Randomisierung der Patienten in die jeweiligen Gruppen. Die Interventionsgruppe führte ein physiotherapeutisch angeleitetes sensorbasiertes Training an der Nintendo Wii® durch. Die Kontrollgruppe erhielt ein klassisches physiotherapeutisches Behandlungsschema. Dieses beinhaltete isometrisches und isotones Muskeltraining, Gangschule und funktionelles Training mit dem Thera-Band. Das Training wurde an fünf Tagen die Woche für 30 Minuten am Tag angeboten. Eine Übersicht über das Design der Studien ist in der folgenden Abbildung 5 dargestellt.



HSZT-Hämatopoetische Stammzelltransplantation, 2-MWT- 2 Minuten-Gehtest

**Abbildung 5: Studiendesign**

### 3.2.1 Untersuchungszeitpunkte

Die erste Untersuchung zum Zeitpunkt T1 erfolgte nach stationärer Aufnahme zur Durchführung einer HSZT, die zweite Erhebung zum Zeitpunkt T2 14 Tage nach der HSZT und die dritte Erhebung zum Zeitpunkt T3 einen Monat nach HSZT. Die Untersuchung beinhaltete zu allen drei Erhebungszeitpunkten (T1 bis T3) folgende Tests:

- Fahrradergometrie
- 2-MWT
- *Grip-Test*
- *Berg Balance Scale*
- Umfangsmessung
- Fragebögen (Habituationstest, MFIS, BFI, Physiotherapie/Wii®-Fragebogen, HAP (nur T1))

100 Tage nach HSZT (T4) erfolgte eine erneute Erhebung per Fragebogen. Zu diesem Untersuchungszeitpunkt wurden die Fragebögen (Habituationstest, HAP, MFIS, BFI) in Briefform an die Patienten verschickt und die von den Patienten eigenständig ausgefüllten Fragebögen wurden in dem der Briefsendung beigelegten adressierten und frankierten Rückumschlag zurückgesandt.

### 3.3 Messung der körperlichen Fitness

#### 3.3.1 Grip-Test

Der *Grip-Test* dient der Evaluation der isometrischen Muskelkraft des Probanden zu den Zeitpunkten T1, T2 und T3. In einer dieser Studie voran gestellten Untersuchung konnte eine Korrelation zwischen der geleisteten Griffkraft und der allgemeinen Muskelkraft aufgezeigt werden. [35] Mit Hilfe des in den Abbildungen 6 und 7 dargestellten SAEHAN™ Hydraulic Hand Dynamometer (Saehan®, MSD Europe bvba, Londerzeel, Belgium) wurde die isometrische Handgriffkraft des Patienten bestimmt.



**Abbildung 6: SAEHAN™ Hydraulic Hand Dynamometer**

Die Griffposition des SAEHAN® Hydraulic Hand Dynamometer kann in 5 Positionen je nach Handgröße im Abstand von 3,5 Zentimeter bis 8,5 Zentimeter in Schritten von einem Zentimeter variiert werden. Das hydraulische System misst die isometrische Muskelkraft, die der Proband bei Muskelkontraktion in Form einer Griffbewegung maximal aufwenden kann. Das geeichte Gerät gibt den gemessenen Wert auf einer Analogskala sowohl in Pfund (bis max. 200 lb) als auch in Kilogramm (bis max. 90 kg) aus (siehe Abbildung 7).



**Abbildung 7: Skala des SAEHAN™ Hydraulic Hand Dynamometers**

Innerhalb dieser Studie wurde die Griffkraft in Kilogramm dokumentiert. Die isometrische Muskelkontraktion wurde im Seitenvergleich gemessen dabei erfolgte die Messung auf jeder Seite drei Mal. Aus den erhaltenen Werten wurde der Mittelwert zur Gewährleistung einer besseren Reproduzierbarkeit bestimmt.

Der Ablauf der Griffkraftmessung gestaltete sich wie folgt:

- Anpassung des Handgriffs des Dynamometers an die Handgröße des Patienten
- Proband sitzend auf einem Stuhl, aufrechte Körperhaltung (siehe Abbildung 8)
- Arm im Schultergelenk adduziert, Rotation in Neutral-Null-Stellung
- Arm im Ellenbogengelenk 90° flektiert
- Unterarm in Neutral-Null-Stellung
- Handgelenk in Neutral-Null-Stellung
- Aufforderung an den Patienten, das Hand-Dynamometer so kräftig wie möglich zusammenzudrücken
- Dreimalige Wiederholung der Messung, danach Wechsel auf die kontralaterale Hand
- Dokumentation der Messergebnisse in Kilogramm mit anschließender Mittelwertbestimmung für jede Hand



**Abbildung 8: Patientin in Ausgangstellung des *Grip-Tests***

### 3.3.2 Fahrradergometrie

Die Fahrradergometrie diente neben der Evaluation der konditionellen Leistungsfähigkeit der Probanden auch zur Ermittlung der individuellen Belastungsgrenze zu den Zeitpunkten T1, T2 und T3. Der Untersuchungsablauf, inklusive absolute und relative Kontraindikationen, sowie Abbruchkriterien folgten der „Leitlinie zur Ergometrie“ der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie. Der Ablauf der Ergometrie entsprach dem von der WHO empfohlenen, standardisierten Schema für die Belastungsuntersuchung mittels Fahrradergometer. [59]

Folgende Untersuchungsbedingungen waren erforderlich:

- Raumtemperatur zwischen 18°C – 22°C
- Kalibriertes drehzahlabhängiges Fahrradergometer mit höhenverstellbarem Sattel
- permanentes Monitoring (Blutdruckmessung, Pulsoxymeter: Herzfrequenzmessung und Messung der Sauerstoffsättigung) während des Untersuchungsablaufs
- Arzt unter Reanimationsbereitschaft in Reichweite

Der Untersuchungsablauf umfasste die folgenden Punkte:

- Dreiminütige Pause vor Beginn der Fahrradergometrie
- Ermittlung der optimalen Sitzposition, Anschluss des Patienten an das Pulsoxymeter und Anlegen der Blutdruckmanschette
- Beginn der Belastung mit Trittfrequenz von 60 Umdrehungen/min bei 25 Watt, stufenweise ansteigende Belastung um 25 Watt nach jeweils zweiminütiger Belastungsphase; Gesamtbelastungsdauer nicht länger als zehn bis zwölf Minuten
- Bestimmung der Herzfrequenz, des Blutdrucks und der Sauerstoffsättigung zwei Minuten vor Belastung, während der Belastung im zweiminütigen Abstand und zwei Minuten nach Belastung

Belastungsstopp bei Eintritt eines Abbruchkriteriums. Häufige Abbruchkriterien waren das Erreichen der submaximalen beziehungsweise maximalen Herzfrequenz oder die Erschöpfung des Patienten (Abfall der Trittfrequenz unter 60 Umdrehungen/min). Die maximal erreichte Wattzahl, die Herzfrequenz und gegebenenfalls die Abbruchursache

wurden dokumentiert. Vor Untersuchungsbeginn wurden die individuelle submaximale und maximale Herzfrequenz nach folgender Formel berechnet:

- submaximale HF =  $170 - (0.5 \times \text{Lebensalter})$
- maximale HF =  $220 - \text{Lebensalter}$  (bei leistungsstarken Patienten oder Alter < 30 Jahre)

Zur Datenauswertung wurden Mittelwert, Median, Standardabweichung sowie Maximum und Minimum der erreichten Wattzahl erfasst beziehungsweise errechnet.

### 3.3.3 2-Minuten-Gehtest

Der 2-MWT als Kurzversion des 6-Minuten-Gehtests (6-MWT) wurde aufgrund der besseren Toleranz, insbesondere nach Applikation von Hochdosis-Chemotherapeutika vor HSZT, ausgewählt. Eine Evaluation des 2-MWT erfolgte bisher unter anderem für ältere Patientengruppen [60] und zeigte in diesen Patientengruppen eine exzellente Korrelation mit dem 6-MWT. [61]

Die Durchführung des 2-MWT zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit vor und im Verlauf nach HSZT erfolgte auf Flurebene der Transplantationsstation. Die Messdaten wurden zu den Zeitpunkten T1, T2 und T3 erhoben. Hierfür wurde eine 15 Meter lange Teilstrecke abgemessen und markiert. Es erfolgte sowohl die Markierung des Startpunktes als auch eines Wendepunktes. Abbruchkriterien waren Dyspnoe, muskuläre oder allgemeine Erschöpfung. Im Vorhinein wurde auf die Möglichkeit Pausen einzulegen hingewiesen. Zur Datenerhebung bedurfte es einer Stoppuhr und eines Maßbandes zur Abmessung der endgültig absolvierten Gehstrecke.

Der Untersuchungsablauf gestaltete sich wie folgt:

- Abmessung einer 15 Meter langen Gehstrecke auf Flurebene der Station mit Markierung einer Start/Ziellinie und einer Wendemarke
- Aufstellung des Patienten mit festem Schuhwerk an der Startlinie der Strecke
- Einweisung des Patienten in den Testablauf
- Ziel: Erreichen der höchstmöglichen Gehstrecke innerhalb einer Zeitspanne von zwei Minuten
- Der Patient wurde aufgefordert dabei so zügig wie möglich zu gehen

- Falls notwendig war es möglich, das Tempo zu verringern, anzuhalten und Pausen zu machen
- Abgehen der Gehstrecke zwischen Start-Ziellinie und Wendepunkt, mit jeweils zügigem Umgehen der Wendemarkierung
- Beginn der Zeitmessung mittels Stoppuhr mit Gehbeginn des Patienten
- Dokumentation der abgelaufenen Gehstrecke nach jeweils 30 Metern
- Während der Absolvierung der Gehstrecke wurde der Patient wiederholt aufgefordert, sein Gehgeschwindigkeit hochzuhalten, die Zwischenzeit wurde bei Ablauf der ersten Minute und zehn Sekunden vor dem Ende der zweiten Minute angesagt, gleichzeitig erfolgte der Hinweis bei Stoppsignal mit dem Ablauf der zweiten Minute genau dort stehenzubleiben wo der Patient sich zu diesem Zeitpunkt befindet
- Kennzeichnung des Punktes, an dem der Patient sich nach Ablauf der zweiten Minute befand
- Abmessung der restlich absolvierten Gehstrecke mit dem Maßband
- Bestimmung der Gesamt-Gehstrecke

#### 3.3.4 Berg Balance Scale

Der *Berg Balance Scale* dient als 14 teiliger Test der objektiven Messung der statischen Balance und des Sturzrisikos bei erwachsenen Patienten. Hierbei werden statische und dynamische Übungen unterschiedlicher Schwierigkeitsgrade durchgeführt. Jedes Item wird auf einer Skala von 0 - 4 Punkten je nach Güte der Absolvierung bewertet. Die Punkte pro Item werden zu einem Gesamtscore addiert, dessen maximale Punktzahl (56 Punkte) funktionelle Balance impliziert. Eine Punktzahl von kleiner als 45 Punkte weist dagegen auf ein erhöhtes Sturzrisiko hin. [62] Zum Nachweis einer Veränderung der Balance zwischen zwei Messpunkten bedarf es einer Änderung von acht *Berg Balance Scale* Punkten. [63]

Die Durchführung des *Berg Balance Scales* erfolgte zu den Zeitpunkten T1, T2 und T3. Benötigte Materialien waren eine Stoppuhr, ein Maßband, ein Stuhl mit Armlehnen, ein Stuhl ohne Armlehnen sowie ein Trittbrett. Es erfolgte die Einweisung in den Testablauf. Die einzelnen durchzuführenden Übungen wurden einmalig vorgeführt. Die erreichte Punktzahl pro Item wurde dokumentiert und zum Gesamtscore addiert.

Items des Berg Balance Scales:

- Transfer - sitzend/stehend
- Transfer - stehend/sitzend
- Transfer - sitzend/sitzend
- Freies Sitzen
- Freies Stehen
- Stehend mit geschlossenen Augen
- Stehend, Füße eng beieinander
- Tandemstand (Füße hintereinander)
- Stehend umschauen
- Im Stand eine ganze Drehung vollziehen
- Gegenstand vom Boden aufheben
- Steppen (abwechselnd viermal mit jedem Fuß)
- Auf einem Bein stehen (siehe Abbildung 9)
- Arme waagrecht nach vorne strecken (mit Beugung des Oberkörpers)



**Abbildung 9: Berg Balance Scale -Auf einem Bein stehen-**

### 3.3.5 Umfangsmessung

Die Umfangsmessung bildete den Abschluss der aktiven Datenerhebung und wurde zu den Zeitpunkten T1, T2 und T3 durchgeführt. Die Messung erfolgte mittels Maßband am stehenden Patienten. Es wurden die Umfänge der Oberarme, der Unterarme, der Oberschenkel, der Unterschenkel und der Knöchel erhoben und dokumentiert. Die Messungen des Oberarmumfangs erfolgte 15 cm oberhalb des Ellenbogengelenkes. Der Unterarmumfang wurde 10 cm unterhalb des Ellenbogengelenkes erhoben. Die Messungen an den Oberschenkeln wurden 20 cm oberhalb der Kniegelenke und an den Unterschenkeln 15 cm unterhalb der Kniegelenke vorgenommen. Die Erhebung des Knöchelumfanges erfolgte auf Höhe der Malleolengabel.

### 3.3.6 Brief Fatigue Inventory

Der BFI ist ein Fragebogen, der mittels neun Items nach aktueller und vergangener Fatigue/Ermüdung fragt. Es werden Fragen zur Fatigue auf einer numerischen Skala von Null bis Zehn bewertet, wobei Null keine Fatigue und Zehn stärkste Fatigue beziehungsweise komplette Unmöglichkeit zur Partizipation an Aktivitäten oder Arbeit bedeutet. Werte zwischen drei und vier Punkten weisen auf eine mittlere Ausprägung der krebsassoziierten Fatigue hin, während Werte über sieben Punkte eine schwere Symptomatik belegen. Der Fragebogen beginnt mit einer einleitenden Frage über die Müdigkeitszunahme innerhalb der letzten Woche, anschließend folgen drei Fragen zum Ausmaß der Müdigkeit (Intensitätsscore) und sechs Fragen zu bestehenden Alltagseinschränkungen (Beeinträchtigungsscore). Aus diesen beiden Scores wird der Gesamtscore für den BFI ermittelt (siehe Fragebogen im Anhang unter 9.9).

Die deutsche Version des BFI erwies sich als zuverlässig und wurde in einer Patientengruppe mit chronischer tumorassoziierter und nicht tumorassoziierter Schmerzsymptomatik validiert. [64]

### 3.3.7 Modified Fatigue Impact Scale

Der MFIS besteht aus 21 Items zur Evaluation des Einflusses von Fatigue auf die physische, kognitive und psychosoziale Subskala während der letzten vier Wochen. Der MFIS-Fragebogen, als Weiterentwicklung des ursprünglich für Patienten mit Multipler Sklerose entwickelten „*Fatigue Impact Scale*“ (FIS), ist ein zuverlässiger und validierter Test zur Erstellung eines Fatigue-Gesamtscores. [65] Die erreichte Punktzahl ergibt

sich aus der Zustimmung des Probanden zur jeweiligen Aussage. Die Bewertung erfolgt auf einer fünfteiligen Likert Skala, wobei Null „nie“ und Vier der Antwort „fast immer“ entspricht. Die Skalenwerte liegen zwischen 0,0 und 4,0 Punkten, höhere Werte entsprechen einer höheren Fatigueausprägung. Der vollständige Fragebogen befindet sich im Anhang unter 9.10.

### **3.3.8 Habituationstest**

Der am Institut für Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie der Universitätsmedizin Rostock entwickelte Fragebogen besteht aus insgesamt 30 Items, die nach der psychischen und physischen Toleranz alltäglicher kontinuierlicher Reize fragen.

Das Spektrum der Fragen reicht von zum Beispiel „Ein tickender Wecker stört mich in der Nacht“, über „Verkehrslärm stört mich generell“ bis zu „Zugluft zum Beispiel im Konzertsaal oder Kino stört mich“, etc. (siehe Fragenbogen Habituationstest im Anhang unter 9.11). Die Patienten beantworten auf einer sechsteiligen Likert Skala, ob die getroffene Aussage „nicht zu trifft“ beziehungsweise „voll zu trifft“. Die erreichte Punktzahl liegt zwischen null und fünf Punkten. Je höher der Wert ist, umso weniger toleriert der Patient auf ihn einwirkende, alltägliche Reize. Durch das Institut für Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie wurde eine Faktorenanalyse durchgeführt. Im Anschluss erfolgte die Bildung einer Summe (0 – 25 Punkte) aus den verbliebenen relevanten Items. Hierzu gehörten „ein tickender Wecker stört mich in der Nacht“, „es stört mich beim Schlafen, wenn in der Nacht ein Licht flackert“, „das dumpfe Bass-Wummern eines Lautsprechers meines Nachbarn stört mich beim Einschlafen“, „Verkehrslärm stört mich generell“ und „ein ständiger Summton (z.B. Kühlschrank oder Heizung) stört mich beim Entspannen“.

Ein hoher Wert impliziert eine subjektiv hohe Empfindlichkeit gegenüber einwirkenden Reizen (Dishabituation), während ein niedriger Wert eher einer Reizunempfindlichkeit entspricht (Habituation).

### **3.3.9 Human Activity Profile**

Der HAP Fragebogen wurde ursprünglich zur Messung der körperlichen Aktivität von Patienten mit chronischer obstruktiver Bronchitis während der Rehabilitationsphase entworfen. In einer dieser Studie vorausgehenden Untersuchung der eigenen

Arbeitsgruppe wurde die deutsche Übersetzung des HAP-Fragebogens auch für Patienten nach HSZT validiert. [35] Der HAP Fragebogen besteht aus 94 Fragen zur Aktivität im alltäglichen Leben. Die einzelnen Aktivitäten sind dabei aufsteigend nach Höhe des Energiewertes gelistet.

Frage Nummer 1 zum Beispiel lautet: „Können sie ohne Hilfe in das Bett und aus dem Bett aufstehen beziehungsweise können sie sich ohne Hilfe auf einen Stuhl setzen und wieder aufstehen?“, während mit Frage 94 die körperliche Aktivität wie folgt erfragt wird: „Laufen oder joggen sie 5 km in 30 Minuten oder weniger?“. Die Probanden antworten mit: „führe Aktivität weiter aus“ oder „führe Aktivität nicht mehr aus“, sowie „habe Aktivität noch nie ausgeführt“ zur Differenzierung der Leistungsentwicklung im zeitlichen Verlauf (siehe HAP Fragebogen im Anhang unter 9.12).

Zur Auswertung werden zwei Scores ermittelt. Der maximale Aktivitätsscore (MAS), entspricht der weiterhin ausgeführten Tätigkeit mit dem höchsten Energiewert. Der angepasste Aktivitätsscore (AAS) setzt sich zusammen aus MAS minus Anzahl der Aktivitäten, die nicht weiter ausgeführt werden (mit niedrigerem Energiewert als der MAS).

Anhand des AAS erfolgte die Einteilung der Patienten in verschiedene Aktivitätsgruppen. Die Grenze liegt bei 53 Punkten. Bei Patienten mit einer geringeren Punktzahl besteht eine Beeinträchtigung der körperlichen Aktivität. Zwischen 53 und 74 Punkten besteht eine moderate Aktivität und ab 74 Punkten werden die Patienten als „aktiv“ klassifiziert. [66]

Eine Korrelation der HAP-Scores mit physischen Subskalen anderer Instrumente konnte belegt werden [67], sodass der HAP-Fragebogen als Surrogatparameter für die körperliche Leistungsfähigkeit herangezogen werden kann. Im Rahmen der Validation des HAP für Patienten nach allogener HSZT wurde durch Herzberg et al. der „*HSC T adjusted AAS*“ eingeführt. Da der HAP Fragebogen spezifische Aktivitäten beinhaltet, die aufgrund des Infektionsrisikos nach HSZT verboten sind, wurden diese sowie weitere Aktivitäten, die nach HSZT nur limitiert durchgeführt werden können, aus der Berechnung ausgeschlossen. [67]

### **3.3.10 Physiotherapie-Fragebogen**

Der Physiotherapie-Fragebogen (siehe Anhang unter 9.7) wurde eigens für diese Studie entworfen und besteht aus neun Fragen beziehungsweise Aussagen hinsichtlich der

physiotherapeutischen Mobilisierungstherapie während des stationären Aufenthaltes. Die Antwortmöglichkeiten sind nominal oder ordinal skaliert. Die Patienten können der Aussage in dem Fragebogen zustimmen oder sie ablehnen. Ziel ist eine qualitative Abbildung der Zufriedenheit und der Bedürfnisse der Patienten.

### **3.3.11 Nintendo-Wii®-Fragebogen**

Der Nintendo-Wii®-Fragebogen (siehe Anhang unter 9.8) wurde ebenfalls extra für diese Studie entworfen und besteht aus zehn Fragen/Aussagen bezüglich der sensorbasierten multimedialen Bewegungstherapie mit der Spielekonsole Nintendo Wii® während des stationären Aufenthaltes. Die Antwortmöglichkeiten sind nominal oder ordinal skaliert. Sie drücken das Ausmaß der Zustimmung oder der Ablehnung der Patienten hinsichtlich einer vorgegebenen Aussage über das Training mit der Nintendo Wii® aus. Hierdurch ergibt sich eine qualitative Abbildung der Zufriedenheit und Wünsche der Patienten bezüglich des sensorbasierten Trainings mit der Nintendo Wii®. Zusätzlich gab es die Möglichkeit, in eigenen Worten die erlebten Eindrücke und Erfahrungen darzulegen und positive oder negative Kritik an der angebotenen Trainingsform zu üben.

## **3.4 Statistik**

Die statistische Auswertung der Daten sowie die Diagramm- und Grafikerstellung erfolgte mittels der Software Statistical Package for Social Sciences Version 20 (Inc., Chicago, IL). Die Tabellen wurden mit Hilfe von Microsoft Office Word 2007 erstellt. Die Berechnung der Scores des Habituationstests erfolgte mit Unterstützung des Instituts für Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie der Universitätsmedizin Rostock. Die anschließende Korrelationsanalyse erfolgte aufgrund der intervallskalierten Daten mit Ausgabe des Pearsonschen Maßkorrelationskoeffizienten. In Abhängigkeit vom Betrag des Korrelationskoeffizienten ( $r$ ) wurde wie folgt interpretiert:

bis 0,2 sehr geringe, bis 0,5 geringe, bis 0,7 mittlere, bis 0,9 hohe, über 0,9 sehr hohe Korrelation.

Zur Erstellung einer einheitlichen Patientenzahl zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten erfolgte der listenweise Fallausschluss. Nur über alle

Zeitpunkte vollständige Datensätze wurden in die Auswertung mit einbezogen, sodass die Stichprobengröße zu jedem Zeitpunkt gleich groß war. Dies gewährleistete die Vergleichbarkeit der analysierten abhängigen Variablen.

Bei kleiner Stichprobengröße erfolgte die Analyse der abhängigen Variablen mittels Wilcoxon-Test und die Analyse der unabhängigen Variablen mit dem Mann-Whitney-U-Test.

Die deskriptive statistische Auswertung umfasste neben der Häufigkeit (n) die Ausgabe des Medians, Mittelwertes, Minimums, Maximums und der Standardabweichung. Die Bewertung erfolgte auf den Signifikanzniveaus:  $< 0,05$  signifikant und  $> / = 0,05$  nicht signifikant.

## 4 Ergebnisse

Insgesamt wurden 49 Patienten (29 Männer und 20 Frauen) mit geplanter autologer oder allogener HSZT in die Studie eingeschlossen. 29 Patienten erhielten eine klassische physiotherapeutische Behandlung und 20 Patienten trainierten mit der Nintendo Wii®. Der Altersmedian in der Gesamtheit der Patienten lag bei 56 Jahren (21 - 69 Jahre), dabei erhielten 27 Patienten eine autologe und 22 Patienten eine allogene HSZT. Um eine möglichst homogene Gruppenstruktur zu erhalten, wurden wie zuvor beschrieben in die Auswertung der Daten lediglich die Patienten einbezogen, bei denen eine vollständige Erhebung der Daten zu allen gegebenen Zeitpunkten möglich war. Dadurch ergibt sich für jeden Test eine individuelle Gruppenstruktur, welche detailliert im jeweiligen Ergebnisteil aufgeführt wird.

Die Patientencharakteristika zum Zeitpunkt T1 dieser Studie sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der einzelnen Messinstrumente abschnittsweise dargestellt. Der Untersuchungszeitpunkt T1 (vor HSZT) erfolgte zwei bis sieben Tage vor Tag Null der Stammzelltransplantation. Der Untersuchungszeitpunkt T2 wurde im Durchschnitt 13 Tage (Mittelwert) nach HSZT erhoben (Min. - Max. = 10 - 19 Tage nach HSZT). Zu diesem Zeitpunkt wurden 40 Patienten untersucht.

Der Untersuchungszeitpunkt T3 wurde im Durchschnitt 28 Tage (Mittelwert) nach HSZT (Min. - Max. = 21 - 42 Tage nach HSZT) durchgeführt. Zu diesem Zeitpunkt konnten noch 35 Patienten untersucht werden.

Zum Untersuchungszeitpunkt T4 (100 Tage nach HSZT) erfolgte, wie bereits im Kapitel „Patienten und Methoden“ beschrieben, die Erhebung per Fragebögen. 37 Patienten beteiligten sich zu diesem Zeitpunkt an der Verlaufsuntersuchung.

Patienten der Physiotherapiegruppe befanden sich im Median 21 Tage (11 - 113 Tage) und Patienten der Nintendo Wii® Gruppe 23,5 Tage (15 - 49 Tage) in stationärer Behandlung ( $p = 0,859$ ). Die mediane stationäre Verweildauer in der autologen Transplantationsgruppe betrug 17 Tage (11 - 30 Tage) und in der allogenen Gruppe 33 Tage (21 - 113 Tage) ( $p = 0,001$ ).

Tabelle 1: Gruppenstruktur

|   | Klassische<br>Physiotherapie | Nintendo Wii®        |
|---|------------------------------|----------------------|
| <b>Alter Median (Min.-Max.)</b>             | 56,5 Jahre (23 - 69)         | 56,0 Jahre (21 - 65) |
| <b>Geschlecht (n):</b><br>männlich/weiblich | 12/17                        | 17/3                 |
| <b>HSZT (n):</b><br>autolog/allogen         | 15/14                        | 12/8                 |
| <b>Erkrankung (n):</b><br>Multiples Myelom  | 14                           | 12                   |
| NHL   | 6                            | 3                    |
| AML/MDS                                     | 6                            | 2                    |
| Andere (CML, CLL, Teratom)                  | 3                            | 3                    |
| <b>ECOG (Median)</b>                        | 1                            | 1                    |
| <b>BMI (n):</b><br><18,5 kg/m <sup>2</sup>  | 4                            | -                    |
| 18,5 - 24,99 kg/m <sup>2</sup>              | 11                           | 3                    |
| 25 – 29,99 kg/m <sup>2</sup>                | 8                            | 8                    |
| ≥30 kg/m <sup>2</sup>                       | 6                            | 9                    |

Min.-Minimum, Max.-Maximum, HSZT-Hämatopoetische Stammzelltransplantation, NHL-Non Hodgkin Lymphom,

AML-Akute Myeloische Leukämie, MDS-Myelodysplastisches Syndrom, CML-Chronisch myeloische Leukämie,

CLL-chronische lymphatische Leukämie, ECOG-Eastern Cooperativ Oncology Group Performance Status,

BMI-Body-Mass-Index

In der klassischen Physiotherapiegruppe wurde an 50% der Tage am Training teilgenommen. Patienten der Nintendo Wii® Gruppe trainierten im Mittel an 40% der Tage ihres stationären Aufenthaltes für täglich durchschnittlich 30 Minuten.

Nicht immer gelang es, eine vollständige Datenerhebung durchzuführen oder die nötige Studienadhärenz zu sichern. Gründe für das nicht Absolvieren aller vier

Untersuchungszeitpunkte waren Sturz mit temporärer Bettruhe, vorherige Entlassung der Patienten aus der stationären Behandlung, unzureichende Compliance bei nötiger Wiedereinbestellung sowie das Vorliegen von Kontraindikationen zur Durchführung der Belastungstests (zum Beispiel Fieber, Dyspnoe etc.).

#### 4.1 2-Minuten-Gehtest

Von den initial 49 Patienten absolvierten 31 Patienten den 2-MWT zu allen drei Zeitpunkten T1 bis T3. Nur diese Patienten wurden in die Auswertung der Ergebnisse des 2-MWT einbezogen. Die Patienten verteilten sich wie folgt auf die einzelnen Gruppen.

##### Transplantationsgruppe:

**Autolog:** n = 16, 13 Männer, 3 Frauen, Median Alter: 55,5 Jahre (28 - 66 Jahre)

**Allogen:** n = 15, 7 Männer, 8 Frauen, Median Alter: 52 Jahre (21 - 68 Jahre)

##### Mobilisationsgruppe:

**Klassische Physiotherapie:** n = 17, 8 Männer, 9 Frauen, Median Alter: 52 Jahre (43 - 68 Jahre)

**Nintendo Wii®:** n = 14, 12 Männer, 2 Frauen, Median Alter: 54 Jahre (21 - 65 Jahre)

Die Physiotherapiegruppe erreichte zum Zeitpunkt T1 im Median eine Gehstrecke von 162 m, die Nintendo Wii® Gruppe von 175 m. In beiden Gruppen reduzierte sich die Gehstrecke innerhalb der ersten 14 Tage nach Transplantation signifikant, dabei verzeichnete die Physiotherapiegruppe einen Gehstreckenverlust von 23 m ( $p = 0,014$ ) und die Nintendo Wii® Gruppe eine Reduktion der Gehstrecke von 13 m ( $p = 0,048$ ). Zum Zeitpunkt T3 steigerten beide Gruppen die absolvierte Gehstrecke. Der Anstieg in der Nintendo Wii® Gruppe war signifikant ( $p = 0,017$ ) und lag 3 m unterhalb des Ausgangsniveaus zum Zeitpunkt T1, während der Wiederanstieg der Gehstrecke in der Physiotherapiegruppe 8 m unter dem Ausgangswert zurückblieb ( $p = 0,052$ ) (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Ergebnisse des 2-MWT der Mobilisationsgruppen

| 2-MWT       |                    | Physiotherapie    | Nintendo Wii®     |
|-------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| T1          | Median (Min.-Max.) | 162 m (105 - 203) | 175 m (135 - 210) |
|             | MW (SD)            | 161 m +/- 25      | 173 m +/- 21      |
| T2          | Median (Min.-Max.) | 139 m (75 - 202)  | 162 m (60 - 208)  |
|             | MW (SD)            | 143 m +/- 36      | 156 m +/- 37      |
| T3          | Median (Min.-Max.) | 154 m (100 - 205) | 172 m (124 - 218) |
|             | MW (SD)            | 153 m +/- 29      | 168 m +/- 29      |
| Signifikanz |                    |                   |                   |
|             | T1 vs. T2          | *p = 0,014        | *p = 0,048        |
|             | T1 vs. T3          | p = 0,164         | p = 0,345         |
|             | T2 vs. T3          | p = 0,052         | *p = 0,017        |

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, m = Meter, \* statistisch signifikant

Zum Zeitpunkt T1 erreichte die Gesamtheit der 31 Patienten eine Gehstrecke von im Median 165 m im 2-MWT. Im Vergleich zur autologen Gruppe, die zum Zeitpunkt T1 eine Gehstrecke von 180 m absolvierte, war diese in der allogenen Gruppe um 18 m kürzer. Zum Zeitpunkt T2 nahm die Gehstrecke ab und verbesserte sich zum Zeitpunkt T3, ohne den Ausgangswert zum Zeitpunkt vor der Transplantation zu erreichen. Obwohl sich in beiden Gruppen die Gehstrecke zum Zeitpunkt T2 verkürzte, war dies nur in der allogenen Gruppe signifikant. Im Vergleich zur autologen Gruppe, die zwei Wochen nach HSZT 14,5 m weniger im Vergleich zum Ausgangsweg zurücklegte, waren es in der allogenen Gruppe 24 m. Dieser Leistungsverlust war bei allogenen transplantierten Patienten signifikant ( $p = 0,009$ ). Zum Zeitpunkt T3 lag die Gehstrecke der autologen Transplantationsgruppe noch 5 m unterhalb des Ausgangswertes und die der allogenen transplantierten Patienten noch 17 m darunter. Die Gehstrecken zu den einzelnen Zeitpunkten sind in der Abbildung 10 dargestellt.

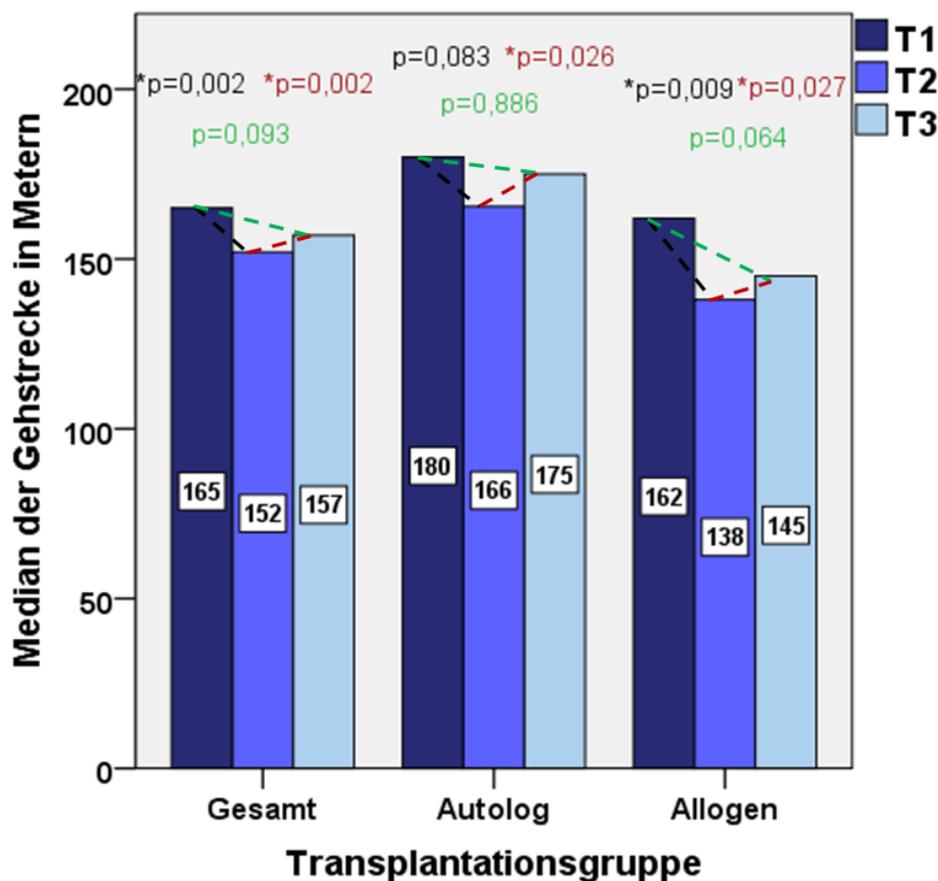


Abbildung 10: Ergebnisse des 2-Minuten-Gehtests der Transplantationsgruppen

Zusammenfassung: Ein signifikanter Verlust an Gehstrecke war sowohl in der Physiotherapie- als auch in der Nintendo Wii® Gruppe insbesondere innerhalb der ersten 14 Tage nach HSZT zu beobachten. Beide Gruppen steigerten ihre Gehstrecke einen Monat nach HSZT, eine signifikante Steigerung wurde jedoch nur in der Nintendo Wii® Gruppe erzielt. Das Leistungsniveau lag in dieser Gruppe fast in dem Bereich ihrer Ausgangsleistung. Vor allem 14 Tage nach allogener Transplantation war ein signifikanter Verlust an Gehstrecke zu beobachten, 30 Tage nach HSZT wurde wieder eine Gehstrecke im Bereich der Ausgangsdistanz erreicht.

#### 4.2 Grip Test

Von den 49 untersuchten Patienten absolvierten 31 Patienten den *Grip Test* zu allen drei Zeitpunkten. Nur diese Patienten wurden in die Auswertung der Ergebnisse des

*Grip Tests* mit einbezogen. Die 31 getesteten Patienten (20 Männer, 11 Frauen) verteilten sich wie folgt auf die unterschiedlichen Gruppen:

Transplantationsgruppen:

**Autolog:** n = 15, 12 Männer, 3 Frauen, Median Alter: 58 Jahre (28 - 66 Jahre), Linkshänder n = 3, Rechtshänder n = 12

**Allogen:** n = 16, 8 Männer, 8 Frauen, Median Alter: 53 Jahre (21 - 68 Jahre), Linkshänder n = 1, Rechtshänder n = 15

Mobilisationsgruppe:

**Klassische Physiotherapie:** n = 17, 8 Männer, 9 Frauen, Median Alter: 52 Jahre (43 - 68 Jahre), Linkshänder n = 2, Rechtshänder n = 15

**Nintendo Wii®:** n = 14, 12 Männer, 2 Frauen, Median Alter: 54 Jahre (21 - 65 Jahre), Linkshänder n = 2, Rechtshänder n = 12

Vergleich zwischen klassischer Physiotherapiegruppe und Nintendo Wii® Gruppe

a) Rechte Hand

Die Physiotherapiegruppe erreichte zum Zeitpunkt T1 eine Griffkraft von im Median 29,7 kg, die Nintendo Wii® Gruppe von 42,8 kg. Ein Leistungsabfall im Vergleich zum Ausgangswert war sowohl in der Physiotherapiegruppe, als auch in der Nintendo Wii® Gruppe zu beobachten. Während die Physiotherapiegruppe zum Zeitpunkt T2 noch keinen Griffkraftverlust zu verzeichnen hatte, trat zum Zeitpunkt T3 ein signifikanter Griffkraftverlust von 15% auf ( $p = 0,034$ ). In der Nintendo Wii® Gruppe war ebenfalls eine nachlassende Griffkraft von im Median 42,8 kg zum Zeitpunkt T1 um 14% weniger zu T2 ( $p = 0,059$ ) und um 12% weniger ( $p = 0,092$ ) zu T3 zu verzeichnen. Wie Tabelle 3 zu entnehmen, waren diese Unterschiede jedoch nicht signifikant.

b) Linke Hand

In der Griffkraftmessung der linken Hand waren 14 Tage nach HSZT in der klassischen Physiotherapiegruppe und in der Nintendo Wii® Gruppe signifikante Kraftverluste zu beobachten. Die Kraftdefizite waren in der Nintendo Wii® Gruppe bis 30 Tage nach HSZT nachweisbar.

Tabelle 3: Ergebnisse des *Grip Tests* der Mobilisationsgruppen

| Grip Test                    |                    | Physiotherapie           |                         | Nintendo Wii®            |                          |
|------------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Griffkraft in Kilogramm (kg) |                    | Rechts                   | Links                   | Rechts                   | Links                    |
| T1                           | Median (Min.-Max.) | 29,7 kg<br>(12,7 - 50,7) | 29,7 kg<br>(9,7 - 49,3) | 42,8 kg<br>(19,3 - 54,0) | 43,2 kg<br>(18,7 - 61,3) |
|                              | MW (SD)            | 30,1 kg<br>+/- 12,7      | 30,2 kg<br>+/- 12,9     | 40,3 kg<br>+/- 10,1      | 40,9 kg<br>+/- 10,5      |
| T2                           | Median (Min.-Max.) | 29,7 kg<br>(11,0 - 53,3) | 27,3 kg<br>(9,3 - 45,7) | 37,0 kg<br>(17,3 - 54,7) | 36,0 kg<br>(17,0 - 60,0) |
|                              | MW (SD)            | 28,6 kg<br>+/- 12,1      | 28,2 kg<br>+/- 11,4     | 37,5 kg<br>+/- 11        | 37,4 kg<br>+/- 10,9      |
| T3                           | Median (Min.-Max.) | 25,3 kg<br>(11,3 - 50,3) | 27,3 kg<br>(6,7 - 49,0) | 37,8 kg<br>(19,7 - 52,3) | 39,2 kg<br>(20,3 - 52,7) |
|                              | MW (SD)            | 28,5 kg<br>+/- 12,5      | 28,6 kg<br>+/- 12,8     | 37,3 kg<br>+/- 10,6      | 37,2 kg<br>+/- 10,2      |
| Signifikanz                  |                    |                          |                         |                          |                          |
|                              | T1 vs. T2          | p = 0,072                | *p = 0,023              | p = 0,059                | *p = 0,022               |
|                              | T1 vs. T3          | *p = 0,034               | p = 0,065               | p = 0,092                | *p = 0,023               |
|                              | T2 vs. T3          | p = 0,943                | p = 0,623               | p = 0,754                | p = 0,861                |

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, kg = Kilogramm, \*statistisch signifikant

**Zusammenfassung:** Griffkraftverlust trat vor allem 14 Tage nach HSZT auf und persistierte auch noch 30 Tage nach der Transplantation. Patienten, die mit multimedial sensorbasierten Trainingsformen trainierten, verzeichneten für die rechte Hand keinen signifikanten Griffkraftverlust. Bei Patienten der klassischen Physiotherapiegruppe war ein signifikanter Griffkraftverlust zum Zeitpunkt T3 zu beobachten. Die Griffkraft der linken Hand nahm in beiden Mobilisationsgruppen zwei Wochen nach HSZT signifikant ab. In der Nintendo Wii® Gruppe persistierte der Kraftverlust auch 4 Wochen nach HSZT.

### Vergleich zwischen autolog und allogenen transplantierten Patienten

#### a) Rechte Hand

Die insgesamt 31 Patienten erreichten zum Zeitpunkt T1 eine Griffkraft von im Median 36,0 kg. Zum Zeitpunkt T2 ( $p = 0,010$ ) und T3 ( $p = 0,008$ ) fiel die Griffkraft auf 33,0 kg ab. Dieser Kraftverlust war jeweils statistisch signifikant.

Im Vergleich des Kraftverlustes der autologen Gruppe mit dem der allogenen Gruppe (siehe Abbildung 11), zeigte sich vor allem ein signifikanter Kraftverlust nach allogener Transplantation. Von initial im Median 31,5 kg zu T1 sanken die erreichten Werte zum Zeitpunkt T2 auf 28,7 kg ( $p = 0,032$ ) und zum Zeitpunkt T3 auf 27,0 kg ( $p = 0,009$ ). Auch nach autologer HSZT nahm wie in Abbildung 11 dargestellt, die Griffkraft von T1 zu T2 ab und erreichte zu T3 wieder das Ausgangsniveau.

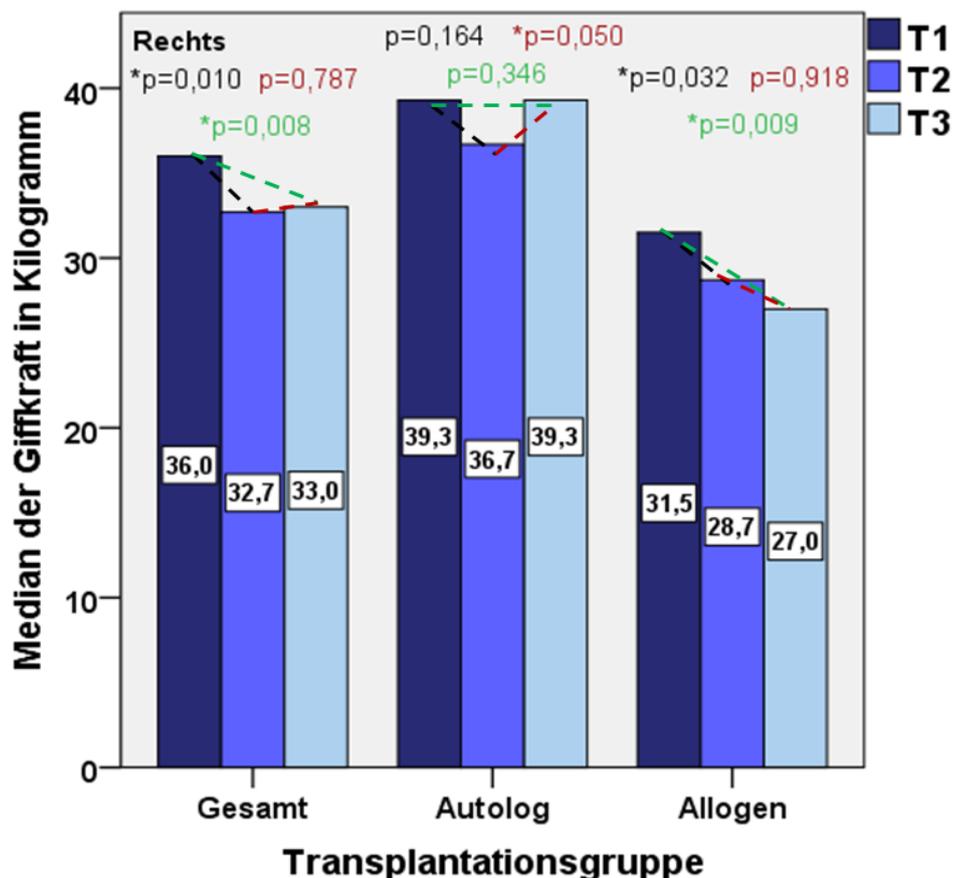


Abbildung 11: Ergebnisse des *Grip Tests* –rechte Hand- der Transplantationsgruppen

## b) Linke Hand

Im *Grip Test* der linken Hand bestätigte sich der signifikante Kraftverlust zu den Zeitpunkten T2 und T3 sowohl in der Gesamtheit der Patienten, als auch in den einzelnen Transplantationsgruppen. Im Gegensatz zur rechten Hand war die Reduktion der Griffkraft von T1 zu T2 sowohl in der autologen als auch der allogenen Gruppe signifikant. Die vollständigen Daten zur Griffkraftmessung sind detailliert im Anhang unter 9.1 aufgeführt.

Zusammenfassung: Vor allem nach allogener Transplantation trat ein signifikanter Griffkraftverlust auf. Dieser persistierte auch noch 30 Tage nach der Transplantation. Autolog transplantierte Patienten erreichten zum Zeitpunkt T3 wieder die Griffkraft ihres Ausgangsniveaus.

### 4.3 Fahrradergometrie

Von initial 49 Patienten absolvierten insgesamt 27 Patienten die Fahrradergometrie zu allen drei Zeitpunkten. Nur diese 27 Patienten wurden in die Auswertung einbezogen. Die 27 getesteten Patienten (19 Männer, 8 Frauen) verteilten sich wie folgt auf die verschiedenen Gruppen:

#### Transplantationsgruppe:

**Autolog:** n = 15, 12 Männer, 3 Frauen, Alter Median 58 Jahre (28 - 66 Jahre)

**Allogen:** n = 12, 6 Männer, 6 Frauen, Alter Median: 52 Jahre (21 - 68 Jahre)

#### Mobilisationsgruppe:

**Klassische Physiotherapie:** n = 14, 7 Männer, 7 Frauen, Alter Median: 52 Jahre (43 - 68 Jahre)

**Nintendo Wii®:** n = 13, 11 Männer, 2 Frauen, Alter Median: 54 Jahre (21 - 65 Jahre)

#### Fahradergometrieleistung zum Untersuchungszeitpunkt T1

Von den 27 untersuchten Patienten erreichten zum Zeitpunkt T1 neun Patienten ihre submaximale Herzfrequenz und ein Patient erreichte seine maximale Herzfrequenz. Abbruchursachen waren muskuläre Erschöpfung der unteren Extremitäten (n = 5),

Dyspnoe (n = 2) und allgemeine Erschöpfung (n = 13). Den angestrebten Endpunkt von 125 Watt erreichten sechs Patienten. Die maximale Leistung lag bei 150 Watt (n = 1) (siehe Tabelle 4 und 5).

**Tabelle 4: Ergebnisse der Fahrradergometrie der Mobilisationsgruppen**

| Fahrradergometrie |                    | Physiotherapie  | Nintendo Wii®    |
|-------------------|--------------------|-----------------|------------------|
| T1                | Median (Min.-Max.) | 75 W (25 - 125) | 100 W (75 - 150) |
|                   | MW (SD)            | 80,4 W +/- 29,7 | 105,8 W +/- 23,2 |
| T2                | Median (Min.-Max.) | 75 W (25 - 100) | 75 W (50 - 125W) |
|                   | MW (SD)            | 67,9 W +/- 20,6 | 84,6 W +/- 26,1  |
| T3                | Median (Min.-Max.) | 75 W (25 - 125) | 100 W (50 - 125) |
|                   | MW (SD)            | 76,8 W +/- 24,9 | 92,3 W +/- 29,6  |
| Signifikanz       |                    |                 |                  |
|                   | T1 vs. T2          | *p = 0,020      | *p = 0,008       |
|                   | T1 vs. T3          | p = 0,414       | *p = 0,035       |
|                   | T2 vs. T3          | p = 0,059       | p = 0,102        |

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, W = Watt, \*statistisch signifikant

### Fahrradergometrieleistung zum Untersuchungszeitpunkt T2

Zum Zeitpunkt T2 erzielten noch fünf Patienten ihre submaximale Herzfrequenz und zwei Patienten konnten ihre maximale Herzfrequenz erreichen. Abbruchursachen waren muskuläre Erschöpfung der unteren Extremitäten (n = 6), akute respiratorische Dekompensation mit Akrozyanose und Dyspnoe (n = 1), Dyspnoe (n = 3) sowie allgemeine Erschöpfung (n = 15). Die maximale Leistung lag bei 125 Watt (n = 2) (siehe Tabelle 4 und 5).

### Fahrradergometrieleistung zum Untersuchungszeitpunkt T3

Ihre submaximale Herzfrequenz erreichten sechs Patienten zum Zeitpunkt T3, während nur ein Patient seine maximale Herzfrequenz erreichte. Die Abbruchursachen waren

auch zu diesem Zeitpunkt muskuläre Erschöpfung der unteren Extremitäten (n = 6), Dyspnoe (n = 1) und allgemeine Erschöpfung (n = 15). Die maximale Leistung lag bei 125 Watt (n = 5) (siehe Tabelle 4 und 5).

#### Vergleich zwischen Physiotherapiegruppe und Nintendo Wii® Gruppe

Patienten der Nintendo Wii® Gruppe verzeichneten vom Zeitpunkt der Aufnahme bis 14 Tage nach HSZT im Median einen Leistungsverlust von 25 Watt (siehe Tabelle 4). Dieser Leistungsabfall war signifikant ( $p = 0,008$ ) und auch noch 30 Tage nach HSZT nachweisbar ( $p = 0,035$ ). In der klassischen Physiotherapiegruppe war insbesondere 14 Tage nach HSZT ein statistisch signifikanter Verlust an Leistungsfähigkeit zu verzeichnen ( $p = 0,020$ ), nach 30 Tagen erreichten diese Patienten wieder Werte im Bereich ihres Ausgangsniveaus ( $p = 0,102$ ).

**Tabelle 5: Ergebnisse der Fahrradergometrie der Transplantationsgruppen**

| Fahrradergometrie    |                    | Gesamt           | Autolog          | Allogen         |
|----------------------|--------------------|------------------|------------------|-----------------|
| Leistung in Watt (W) |                    |                  |                  |                 |
| T1                   | Median (Min.-Max.) | 100 W (25 - 150) | 100 W (50 - 150) | 75 W (25 - 125) |
|                      | MW (SD)            | 92,6 W +/- 29,3  | 100 W +/- 28,3   | 83,3 W +/- 28,9 |
| T2                   | Median (Min.-Max.) | 75 W (25 - 125)  | 75 W (50 - 125)  | 75 W (25 - 100) |
|                      | MW (SD)            | 75,9 W +/- 24,5  | 81,6 W +/- 24,0  | 68,8 W +/- 24,1 |
| T3                   | Median (Min.-Max.) | 75 W (25 - 125)  | 100 W (50 - 125) | 75 W (25 - 100) |
|                      | MW (SD)            | 84,3 W +/- 27,9  | 98,3 W +/- 24,0  | 66,7 W +/- 22,2 |
| Signifikanz          |                    |                  |                  |                 |
|                      | T1 vs. T2          | * $p < 0,001$    | * $p = 0,005$    | * $p = 0,035$   |
|                      | T1 vs. T3          | * $p = 0,029$    | $p = 0,655$      | * $p = 0,021$   |
|                      | T2 vs. T3          | * $p = 0,013$    | * $p = 0,002$    | $p = 0,564$     |

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, W = Watt, \*statistisch signifikant

Zum Zeitpunkt T1 erreichte die Gesamtheit der 27 Patienten im Median eine Leistung von 100 Watt (vergleiche Tabelle 5), 14 Tage nach HSZT lag im Median nur noch eine Leistung von 75 Watt vor. Dieser Leistungsabfall war statistisch signifikant ( $p < 0,001$ ) und persistierte auch noch 30 Tage nach HSZT zum Zeitpunkt T3 ( $p = 0,029$ ).

In der autologen Transplantationsgruppe stellte sich 14 Tage nach HSZT im Median ein signifikanter Leistungsabfall von 100 Watt auf 75 Watt ein ( $p = 0,005$ ). Zum Zeitpunkt T3 erreichte diese Gruppe wieder ihr Ausgangsniveau von 100 Watt ( $p = 0,655$ ). Bei Patienten der allogenen Transplantationsgruppe war auch noch ein Monat nach HSZT ein signifikanter Leistungsverlust zu beobachten ( $p = 0,021$ ).

Zusammenfassung: In der Gesamtheit der Patienten zeigte sich in der Fahrradergometrie im Verlauf der HSZT eine Abnahme der Leistungsfähigkeit. Sowohl Patienten der klassischen Physiotherapiegruppe als auch Patienten der Nintendo Wii® Gruppe hatten zum Zeitpunkt T2 einen signifikanten Leistungsabfall. Einen Monat nach HSZT waren die erbrachten Leistungen deutlich gebessert, blieben in der Nintendo Wii® Gruppe aber signifikant niedriger als zum Zeitpunkt T1. Patienten der klassischen Physiotherapiegruppe erreichten 30 Tage nach HSZT wieder Werte im Bereich ihres Ausgangsniveaus.

Vor allem nach allogener HSZT waren ausgeprägte Leistungsdefizite nachzuweisen. Diese persistierten über den Zeitpunkt T2 bis mindestens einen Monat nach HSZT hinaus.

#### 4.4 Berg Balance Scale

Von den 49 Patienten die zum Zeitpunkt T1 in die Studie eingeschlossen wurden, absolvierten 31 Patienten den *Berg Balance Scale* zu allen drei Zeitpunkten. Nur diese Patienten wurden in die Auswertung mit einbezogen. Die 31 Patienten verteilten sich wie folgt auf die einzelnen Gruppen.

##### Transplantationsgruppe:

**Autolog:** n = 15, 12 Männer, 3 Frauen, Median Alter: 58 Jahre (28 - 66 Jahre)

**Allogen:** n = 16, 8 Männer, 8 Frauen, Median Alter: 53 Jahre (21 - 68 Jahre)

Die Verteilung der Patienten auf die Mobilisationsgruppe entspricht der zuvor erwähnten (siehe 4.2 *Grip Test*).

**Tabelle 6: Ergebnisse des *Berg Balance Scales* der Mobilisationsgruppen**

| Berg Balance Scale |                    | Physiotherapie    | Nintendo Wii®     |
|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| T1                 | Median (Min.-Max.) | 56 Pkt. (50 - 56) | 56 Pkt. (51 - 56) |
|                    | MW (SD)            | 54,7 Pkt. +/- 1,9 | 55,6 Pkt. +/- 1,3 |
| T2                 | Median (Min.-Max.) | 56 Pkt. (34 - 56) | 56 Pkt. (51 - 56) |
|                    | MW (SD)            | 53,2 Pkt. +/- 5,4 | 54,7 Pkt. +/- 1,7 |
| T3                 | Median (Min.-Max.) | 56 Pkt. (50 - 56) | 56 Pkt. (50 - 56) |
|                    | MW (SD)            | 54,7 Pkt. +/- 1,9 | 55,1 Pkt. +/- 1,9 |
| Signifikanz        |                    |                   |                   |
|                    | T1 vs. T2          | p = 0,233         | *p = 0,044        |
|                    | T1 vs. T3          | p = 0,832         | p = 0,285         |
|                    | T2 vs. T3          | p = 0,085         | p = 0,465         |

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, Pkt. = Punkte, \*statistisch signifikant

Zusammenfassung: In der Untersuchung der Balance waren kaum signifikante Unterschiede nachzuweisen. Im Median erzielten alle Gruppen über die drei Zeitpunkte konstant 56 Punkte. Es bestanden keine signifikanten Defizite in der Testung der Balance mittels *Berg Balance Scale*. Die einzelnen Werte sind der Tabelle 6 und im Anhang unter 9.2 zu entnehmen.

#### 4.5 Umfangsmessung

In der Auswertung der Umfangsmessung der Extremitäten zeigten sich signifikante Veränderungen im Verlauf der HSZT.

Bei Messung des Umfangs des Unterarms der rechten Seite kam es in der Nintendo Wii® Gruppe zum Zeitpunkt T1 zu einer signifikanten Abnahme von 4% ( $p = 0,036$ ). In der klassischen Physiotherapiegruppe konnte erst zu Zeitpunkt T3 eine Abnahme des Umfangs von ebenfalls 4% ( $p = 0,386$ ) detektiert werden.

Auch bei der Messung des Oberschenkelumfangs waren zu T2 sowohl in der Physiotherapie- als auch in der Nintendo Wii® Gruppe signifikante Unterschiede

messbar. In der Nintendo Wii® Gruppe betrug die Abnahme des Umfangs 4% ( $p = 0,038$ ) und in der klassischen Physiotherapiegruppe 6% ( $p = 0,006$ ). Zum Zeitpunkt T3 war in der Physiotherapiegruppe eine signifikante Umfangsdifferenz von 8% ( $p = 0,004$ ) nachweisbar. Bei den Messungen des Umfangs der Unterschenkel, Knöchel und Oberarme der rechten Seite konnten keine weiteren signifikanten Umfangsdifferenzen erhoben werden.

Im Vergleich der Transplantationsgruppen zeigte sich bei der Messung des rechtsseitigen Oberschenkelumfangs zum Zeitpunkt T2 in der autologen Transplantationsgruppe ein Umfangsverlust von 4% ( $p = 0,005$ ) und in der allogenen Transplantationsgruppe eine Differenz von 5% ( $p = 0,047$ ) gegenüber dem Ausgangsbefund. Zum Zeitpunkt T3 war nur noch in der allogenen Gruppe eine signifikante Umfangsdifferenz von 8% ( $p = 0,002$ ) nachweisbar. In den weiteren Messungen bestanden keine statistisch signifikanten Unterschiede. Die ausführlichen Messergebnisse sind den Tabellen im Anhang unter 9.3 zu entnehmen.

#### 4.6 Brief Fatigue Inventory

Der BFI Fragebogen dient der Erfassung des Schweregrades der Fatigue. Er beinhaltet, nach einer einleitenden Frage über die Müdigkeit innerhalb der letzten Woche, neun weitere Items und ist auch für Patienten in stark reduziertem Allgemeinzustand geeignet.

Von den initial 49 Patienten beantworteten 32 Patienten die Fragen des BFI zu allen vier Zeitpunkten T1 bis T4. Die 32 Patienten verteilten sich wie folgt auf die einzelnen Gruppen.

##### Transplantationsgruppe:

**Autolog:**  $n = 16$ , 11 Männer, 5 Frauen, Median Alter: 56 Jahre (28 - 66 Jahre)

**Allogen:**  $n = 16$ , 7 Männer, 9 Frauen, Median Alter: 54 Jahre (43 - 69 Jahre)

##### Mobilisationsgruppe:

**Klassische Physiotherapie:**  $n = 19$ , 8 Männer, 11 Frauen, Median Alter: 52 Jahre (43 - 69 Jahre)

**Nintendo Wii®:**  $n = 13$ , 10 Männer, 3 Frauen, Median Alter: 54 Jahre (28 - 65 Jahre)

Vor der Transplantation (T1) klagten 68,4% der Patienten der klassischen Physiotherapiegruppe und 53,8% der Patienten der Nintendo Wii® Gruppe über ungewöhnliche Müdigkeit innerhalb der letzten Woche. Zum Zeitpunkt T2 empfanden eine solche Müdigkeit 78,9% der Patienten der Physiotherapiegruppe und 76,9 % der Nintendo Wii® Gruppe. 30 Tage nach HSZT gaben 73,7% der klassischen Physiotherapie- beziehungsweise 61,5% der Nintendo Wii® Gruppe eine ungewöhnliche Müdigkeit an. 100 Tage nach HSZT ergab sich ein Wert von 57,9% (klassische Physiotherapie) gegenüber 53,8% (Nintendo Wii®).

Zum Zeitpunkt T1 klagten insgesamt 20 Patienten (62,5% der autolog und 62,5% der allogenen transplantierten Patienten) über eine ungewöhnliche Müdigkeit innerhalb der letzten Woche. Diese Anzahl der Patienten stieg zum Zeitpunkt T2 auf 25 Patienten (81,3% der autolog und 75,0% der allogenen transplantierten Patienten) an. Zum Zeitpunkt T3 verspürten 22 Patienten (62,5% der autolog und 75,0% der allogenen transplantierten Patienten) eine vermehrte Müdigkeit. 100 Tage nach HSZT klagten weiterhin 18 Patienten über ungewöhnliche Müdigkeit innerhalb der letzten Woche, wobei dies insbesondere mit 68,8% die allogenen transplantierten Patienten betraf. In der autologen Gruppe berichteten 43,8% der Patienten zu diesem Zeitpunkt über eine außergewöhnliche Müdigkeit.

### BFI – Gesamtscore

Die Berechnung des BFI-Gesamtscores ist im Kapitel „Patienten und Methoden“ unter 3.3.6 erläutert.

Patienten der klassischen Physiotherapiegruppe erreichten zum Zeitpunkt T1 einen Gesamtscore von 3,8 +/- 2,3 Punkten und hatten zum Zeitpunkt T2 einen signifikanten Anstieg auf im Mittel 4,7 +/- 2,2 Punkte zu verzeichnen ( $p = 0,027$ ). Zu den Zeitpunkten T3 mit 4,4 +/- 2,2 Punkten ( $p = 0,227$ ) und T4 mit 4,0 +/- 2,5 Punkten ( $p = 0,586$ ) war kein signifikanter Unterschied zu beobachten.

In der Nintendo Wii® Gruppe lag der Gesamtscore zum Zeitpunkt T1 bei 3,0 +/- 2,0 Punkten. Es war kein signifikanter Anstieg des Gesamtscores zu den Zeitpunkten T2 (4,3 +/- 1,9 Punkte,  $p = 0,087$ ) und T3 (4,0 +/- 2,2 Punkte,  $p = 0,382$ ) nachweisbar. 100

Tage nach HSZT lag der BFI – Gesamtscore mit 2,7 +/- 2,2 Punkten im moderaten Fatiguebereich (vergleiche Abbildung 12).

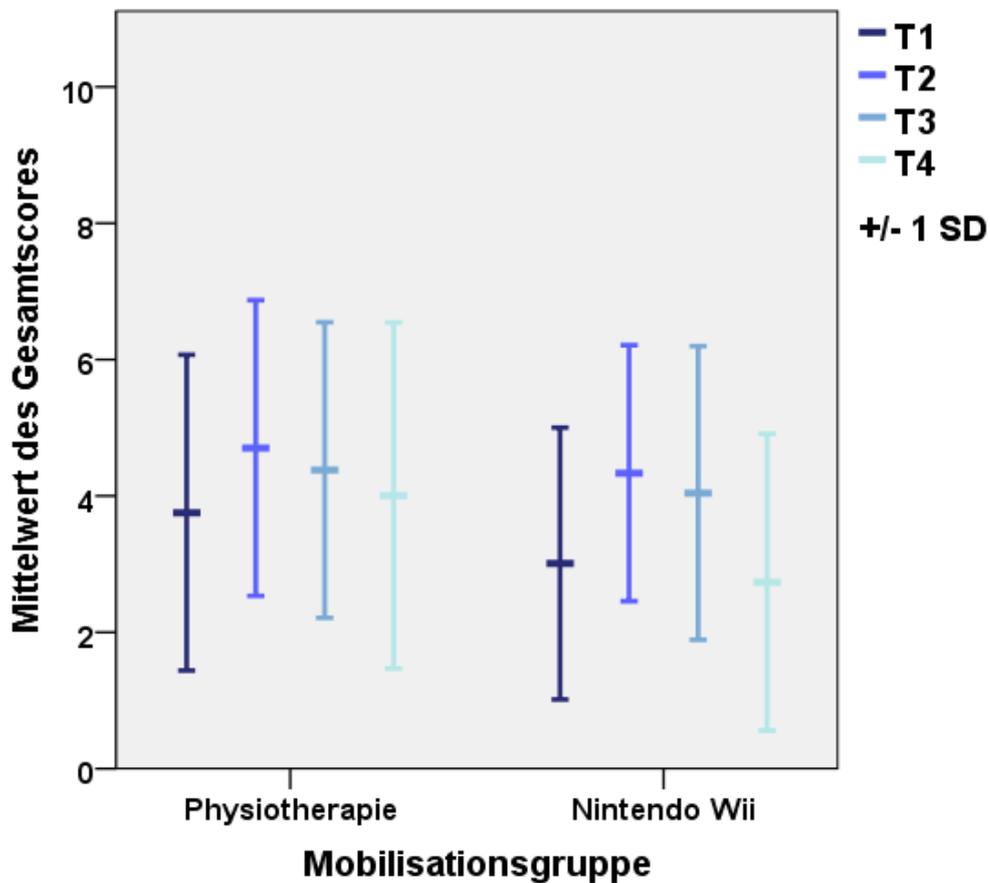


Abbildung 12: Ergebnisse des BFI Gesamtscores der Mobilisationsgruppen

Bei der Auswertung des Gesamtscores zeigte sich 14 Tage nach HSZT in der Gesamtheit der Patienten ein signifikanter Anstieg der Werte. Sowohl in der autologen als auch in der allogenen Gruppe war ein Anstieg des BFI-Gesamtscores zu verzeichnen, jedoch war dieser nur in der autologen Gruppe signifikant. 100 Tage nach HSZT erzielten die autolog transplantierten Patienten einen Wert im moderaten Fatiguebereich, bei Patienten nach allogener Transplantation war zu diesem Zeitpunkt im Gesamtscore ein Wert im mittleren Fatiguebereich zu beobachten (vergleiche Tabelle 7).

Tabelle 7: Ergebnisse des BFI Gesamtscores der Transplantationsgruppen

| BFI-Gesamtscore<br>(Punktwerte) |                       | Gesamt          | Autolog         | Allogen         |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| T1                              | Median<br>(Min.-Max.) | 2,6 (0,4 - 8,3) | 3,0 (0,7 - 8,3) | 2,6 (0,4 - 7,8) |
|                                 | MW (SD)               | 3,5 (+/- 2,2)   | 3,5 (+/- 2,2)   | 3,4 (+/- 2,3)   |
| T2                              | Median<br>(Min.-Max.) | 4,8 (0,9 - 8,3) | 4,0 (1,8 - 8,2) | 5,2 (0,9 - 8,3) |
|                                 | MW (SD)               | 4,6 (+/- 2,0)   | 4,2 (+/- 1,8)   | 4,9 (+/- 2,3)   |
| T3                              | Median<br>(Min.-Max.) | 4,1 (1,0 - 8,3) | 4,2 (1,1 - 7,1) | 3,8 (1,0 - 8,3) |
|                                 | MW (SD)               | 4,2 (+/- 2,1)   | 4,1 (+/- 1,9)   | 4,4 (+/- 2,4)   |
| T4                              | Median<br>(Min.-Max.) | 3,5 (0 - 8,8)   | 2,5 (0 - 8,8)   | 4,0 (0,3 - 8,4) |
|                                 | MW (SD)               | 3,5 (+/- 2,4)   | 3,1 (+/- 2,6)   | 3,9 (+/- 2,3)   |
| Signifikanz                     |                       |                 |                 |                 |
|                                 | T1 vs. T2             | *p = 0,004      | *p = 0,036      | *p = 0,034      |
|                                 | T1 vs. T3             | p = 0,142       | p = 0,501       | p = 0,148       |
|                                 | T1 vs. T4             | p = 0,845       | p = 0,570       | p = 0,352       |

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, Pkt. = Punkte, \*statistisch signifikant

**Zusammenfassung:** Bei der Beurteilung des BFI-Gesamtscores war 14 Tage nach HSZT in der Gesamtheit der Patienten ein signifikanter Anstieg und damit eine Zunahme von Fatigue zu beobachten. Patienten der klassischen Physiotherapiegruppe hatten im Vergleich zu Patienten der Nintendo Wii® Gruppe 14 Tage nach HSZT einen signifikanten Anstieg des Gesamtscores zu verzeichnen. In beiden Gruppen lagen die Werte 14 und 30 Tage nach HSZT im mittleren Fatiguebereich.

Bei Patienten nach autologer HSZT waren insbesondere zu den Zeitpunkten 14 und 30 Tage nach HSZT, Werte im mittleren Fatiguebereich nachzuweisen. Bei allogenen transplantierten Patienten blieben diese Werte auch 100 Tage nach HSZT bestehen.

### BFI Beeinträchtigungsscore

Bei der Bildung des BFI Beeinträchtigungsscores, als Parameter für bestehende Alltagseinschränkungen, erreichten die Patienten der klassischen Physiotherapiegruppe im Mittel eine Punktzahl von 3,1 +/- 2,5 Punkten. Die Punktzahl stieg zum Zeitpunkt T2 signifikant auf 4,2 +/- 2,4 Punkte an ( $p = 0,006$ ). Zum Zeitpunkt T3 (3,9 +/- 2,3 Punkte,  $p = 0,149$ ) und zum Zeitpunkt T4 (3,5 +/- 2,7 Punkte,  $p = 0,352$ ) waren im Vergleich zum Ausgangszeitpunkt keine signifikant erhöhten Werte zu beobachten. In der Nintendo Wii® Gruppe war zum Zeitpunkt T1 ein Beeinträchtigungsscore von 2,3 +/- 2,1 Punkten nachweisbar. Zu den Zeitpunkten T2 mit im Mittel 3,6 +/- 2,1 Punkten ( $p = 0,065$ ) und T3 mit 3,5 +/- 2,5 Punkten ( $p = 0,196$ ) war in dieser Gruppe kein signifikanter Anstieg nachzuweisen. 100 Tage nach HSZT war der Beeinträchtigungsscore mit im Mittel 2,2 +/- 2,3 Punkten auf Höhe des Ausgangsniveaus ( $p = 0,861$ ).

Zum Zeitpunkt T1 lagen in allen Gruppen Werte im moderaten Fatiguebereich vor (autolog: 2,8 Punkte, allogene: 1,8 Punkte). Sowohl in der Gesamtheit der Patienten als auch in der autologen und allogenen Transplantationsgruppe zeigte sich zum Zeitpunkt T2 ein statistisch signifikant erhöhter Beeinträchtigungsscore ( $p = 0,013$ ). Vor allem 14 Tage (autolog: 2,9 Punkte, allogene: 4,6 Punkte) und 30 Tage (autolog: 3,6 Punkte, allogene: 4,6 Punkte) nach HSZT waren Werte im mittleren Fatiguebereich zu beobachten. 100 Tage nach Transplantation war in keiner Gruppe ein signifikant erhöhter Beeinträchtigungsscore mehr nachzuweisen. Die einzelnen Werte des Beeinträchtigungsscores sind dem Anhang unter 9.4 zu entnehmen.

## **4.7 Modified Fatigue Impact Scale**

Der MFIS Fragebogen erfasst das Ausmaß der Fatigue innerhalb der zurückliegenden Woche und beinhaltet weitere Dimensionen der Fatigue. Hierzu zählen eine psychosoziale, kognitive und physische Subskala. Aus diesen wird ein Fatigue-Gesamtscore ermittelt.

Von den initial 49 Patienten beantworteten 32 Patienten den MFIS zu allen vier Zeitpunkten T1 bis T4. Die Patienten verteilten sich wie folgt auf die einzelnen Gruppen:

Transplantationsgruppe:

**Autolog:** n = 16, 11 Männer, 5 Frauen, Alter Median: 56 Jahre (28 - 66 Jahre)

**Allogen:** n = 16, 7 Männer, 9 Frauen, Alter Median: 54 Jahre (43 - 69 Jahre)

Mobilisationsgruppe:

**Klassische Physiotherapie:** n= 19, 8 Männer, 11 Frauen, Alter Median: 52 Jahre (43 - 69 Jahre)

**Nintendo Wii®:** n = 13, 10 Männer, 3 Frauen, Alter Median: 54 Jahre (28 - 65 Jahre)

MFIS physische Subskala

Patienten der klassischen Physiotherapiegruppe erreichten in der physischen Subskala des MFIS zum Zeitpunkt T1 im Mittel Werte von 2,0 +/- 0,9 Punkten. 14 Tage nach HSZT war ein signifikanter Anstieg ( $p = 0,014$ ) auf 2,4 +/- 0,7 Punkte zu beobachten. 30 Tage nach HSZT wurden Werte von 2,1 +/- 1,0 Punkten ( $p = 0,520$ ) und 100 Tage nach HSZT Werte von 1,9 +/- 1,1 Punkten ( $p = 0,658$ ) erreicht.

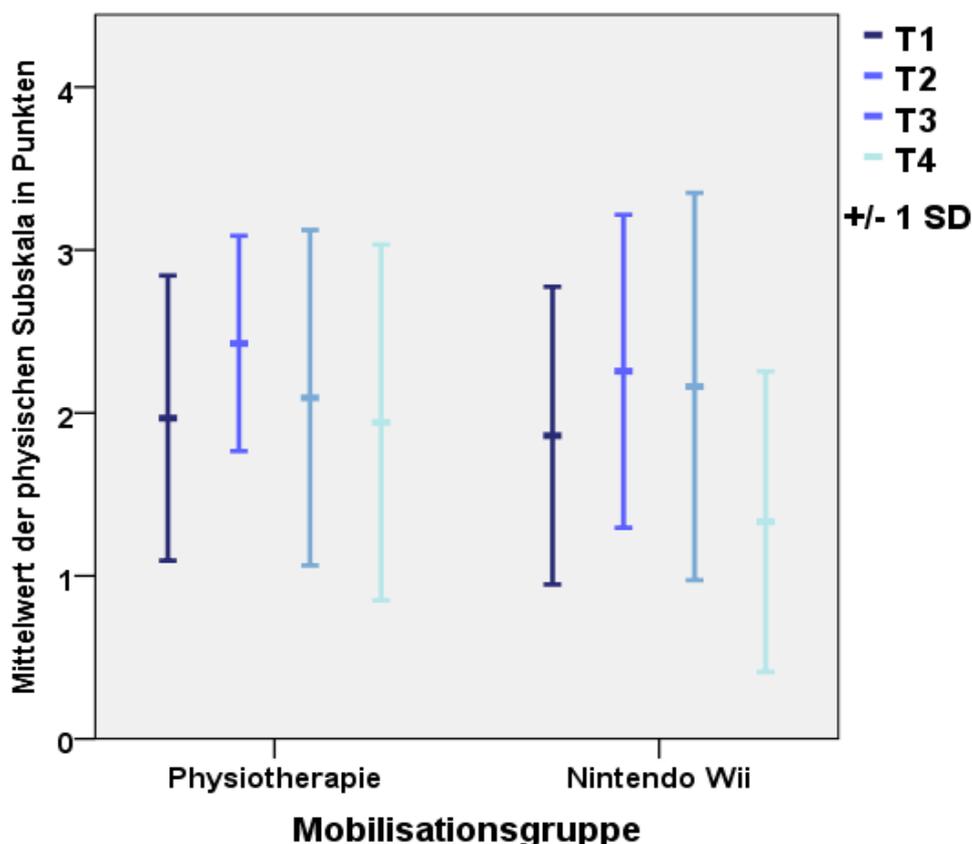


Abbildung 13: Ergebnisse der physischen Subskala des MFIS der Mobilisationsgruppen

In der Nintendo Wii® Gruppe lag zum Zeitpunkt T1 im Mittel ein Wert von 1,9 +/- 0,9 Punkten vor. Weder zum Zeitpunkt T2 mit im Mittel 2,3 +/- 1,0 Punkten ( $p = 0,367$ ) noch zum Zeitpunkt T3 mit 2,2 +/- 1,2 Punkten ( $p = 0,433$ ) waren signifikante Unterschiede zum Ausgangszeitpunkt nachzuweisen. 100 Tage nach HSZT erreichten die Patienten der Nintendo Wii® Gruppe einen Wert von 1,3 +/- 0,9 Punkten ( $p = 0,055$ ) (siehe Abbildung 13).

**Tabelle 8: Ergebnisse der physischen Subskala des MFIS der Transplantationsgruppen**

| MFIS<br>physische Subskala |                       | Gesamt               | Autolog              | Allogen              |
|----------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| T1                         | Median<br>(Min.-Max.) | 1,9 Pkt. (0,1 - 3,3) | 2,1 Pkt. (0,1 - 3,3) | 1,8 Pkt. (0,2 - 3,2) |
|                            | MW (SD)               | 1,9 Pkt. +/- 0,9     | 1,9 Pkt. +/- 0,9     | 2,0 Pkt. +/- 0,9     |
| T2                         | Median<br>(Min.-Max.) | 2,4 Pkt. (0,3 - 3,6) | 2,3 Pkt. (0,8 - 3,6) | 2,6 Pkt. (0,3 - 3,6) |
|                            | MW (SD)               | 2,4 Pkt. +/- 0,8     | 2,3 Pkt. +/- 0,7     | 2,4 Pkt. +/- 0,9     |
| T3                         | Median<br>(Min.-Max.) | 2,1 Pkt. (0,2 - 3,8) | 2,6 Pkt. (0,2 - 3,8) | 1,6 Pkt. (0,6 - 3,6) |
|                            | MW (SD)               | 2,1 Pkt. +/- 1,1     | 2,2 Pkt. +/- 1,1     | 2,0 Pkt. +/- 1,1     |
| T4                         | Median<br>(Min.-Max.) | 1,7 Pkt. (0 - 3,9)   | 1,4 Pkt. (0 - 3,9)   | 1,8 Pkt. (0 - 3,4)   |
|                            | MW (SD)               | 1,7 Pkt. +/- 1,1     | 1,6 Pkt. +/- 1,1     | 1,8 Pkt. +/- 0,9     |
| Signifikanz                |                       |                      |                      |                      |
|                            | T1 vs. T2             | * $p = 0,014$        | $p = 0,065$          | $p = 0,125$          |
|                            | T1 vs. T3             | $p = 0,337$          | $p = 0,334$          | $p = 0,756$          |
|                            | T1 vs. T4             | $p = 0,322$          | $p = 0,234$          | $p = 0,756$          |

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, Pkt. = Punkte, \*statistisch signifikant

In der Gesamtheit der Patienten zeigte sich zum Zeitpunkt T2 ein signifikanter Anstieg der Werte der physischen Subskala. Die höchsten Werte wurden sowohl bei autolog als

auch bei allogenen transplantierten Patienten 14 und 30 Tagen nach HSZT erzielt. Zum Zeitpunkt T4 waren keine signifikanten Unterschiede zum Ausgangszeitpunkt nachzuweisen. Die einzelnen Werte der physischen Subskala sind der Tabelle 8 zu entnehmen.

### MFIS kognitive Subskala

Patienten der klassischen Physiotherapiegruppe erreichten zum Zeitpunkt T1 im Mittel 1,4 +/- 0,8 Punkte. Zu den Zeitpunkten T2 (1,6 +/- 0,9 Punkte ( $p = 0,280$ )), T3 (1,5 +/- 0,9 Punkte ( $p = 0,586$ )) und T4 (1,5 +/- 1,1 Punkte ( $p = 0,599$ )) waren keine signifikanten Veränderungen zu beobachten.

Auch in der Nintendo Wii® Gruppe blieben signifikante Veränderungen der kognitiven Subskala im Verlauf der HSZT aus. Die Patienten erreichten zum Zeitpunkt T1 im Mittel 1,1 +/- 0,9 Punkte. Die Werte blieben zu den Zeitpunkten T2 (1,5 +/- 1,1 Punkte ( $p = 0,349$ )), T3 (1,6 +/- 1,1 Punkte ( $p = 0,068$ )) und T4 (1,1 +/- 1,0 Punkte ( $p = 0,724$ )) in etwa konstant auf Höhe des Ausgangsniveaus (siehe Abbildung 14).

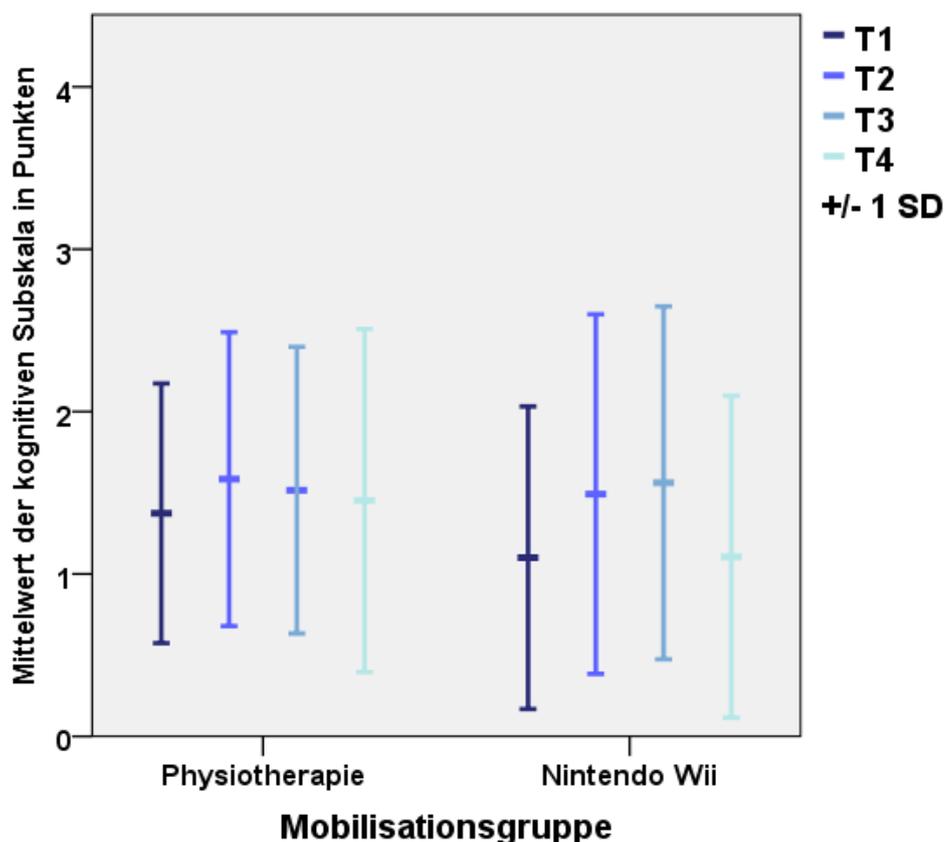


Abbildung 14: Ergebnisse der kognitiven Subskala des MFIS der Mobilisationsgruppen

Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede im Verlauf der HSZT bei der Auswertung der kognitiven Subskala des MFIS Fragebogens. Die Werte blieben bei autolog und allogenen transplantierten Patienten über alle vier Zeitpunkte T1 bis T4 auf einem konstanten Niveau. Die einzelnen Werte für die kognitive Subskala sind dem Anhang unter 9.6 zu entnehmen.

### MFIS psychosoziale Subskala

Patienten der klassischen Physiotherapiegruppe erreichten zum Zeitpunkt T1 im Mittel 1,7 +/-1,1 Punkte. Zu den Zeitpunkten T2 (2,3 +/- 1,1 Punkte ( $p = 0,061$ )), T3 (2,3 +/- 1,1 Punkte ( $p = 0,377$ )) und T4 (1,6 +/- 1,4 Punkte ( $p = 0,774$ )) waren keine signifikant erhöhten Werte nachweisbar.

In der Nintendo Wii® Gruppe war zum Zeitpunkt T1 ein Wert von 1,3 +/- 1,0 Punkten zu beobachten. Ein signifikanter Anstieg der psychosozialen Subskala war 14 Tage nach HSZT mit 2,2 +/- 1,0 Punkten ( $p = 0,031$ ) und 30 Tage nach HSZT mit 2,5 +/- 1,2 Punkten ( $p = 0,013$ ) nachweisbar. Zum Zeitpunkt T4 lag ein Mittelwert von 1,0 +/- 0,9 Punkten ( $p = 0,281$ ) vor (siehe Abbildung 15).

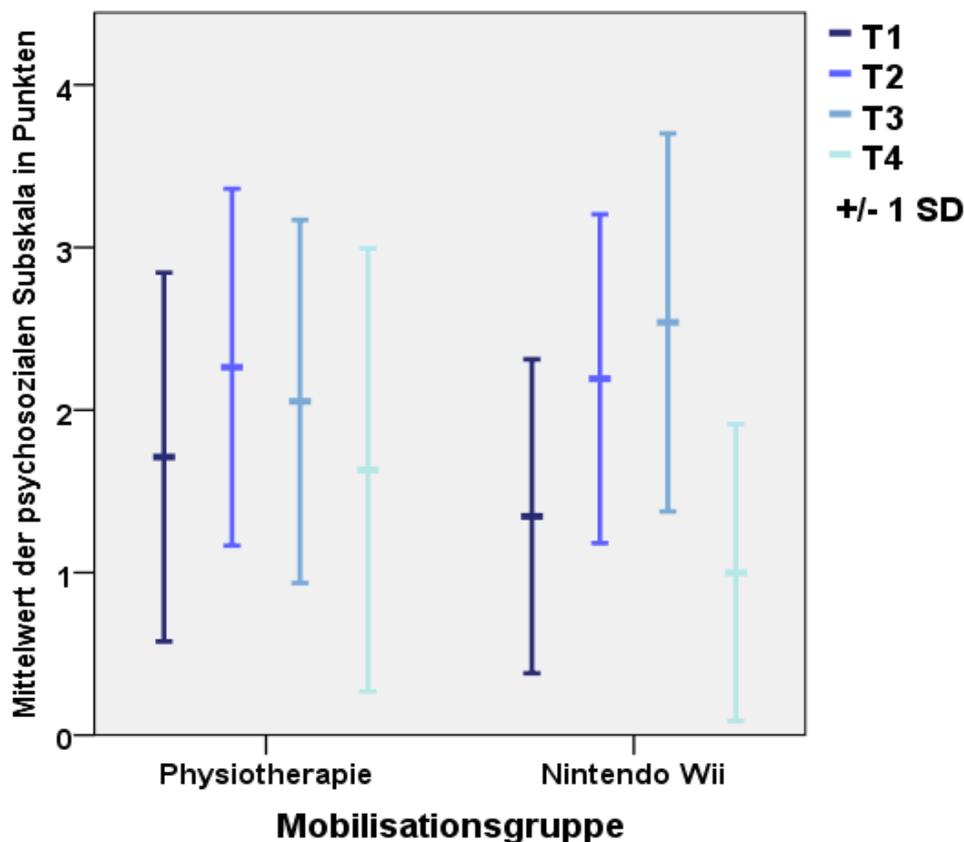


Abbildung 15: Ergebnisse der psychosozialen Subskala des MFIS der Mobilisationsgruppen

In der psychosozialen Subskala des MFIS zeigten sich in der Gesamtheit der Patienten 14 Tage und 30 Tage nach HSZT signifikant erhöhte Fatigüewerte. Bei autolog transplantierten Patienten waren die Fatigüewerte vor allem 14 Tage nach HSZT signifikant im Vergleich zum Ausgangszeitpunkt erhöht.

Bei allogenen transplantierten Patienten war 30 Tage nach HSZT ein signifikant erhöhter Wert der psychosozialen Subskala zu beobachten. Die einzelnen Werte sind der Tabelle 9 zu entnehmen.

**Tabelle 9: Ergebnisse der psychosozialen Subskala des MFIS der Transplantationsgruppen**

| MFIS psychosoziale Subskala |                    | Gesamt             | Autolog              | Allogen              |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| T1                          | Median (Min.-Max.) | 1,5 Pkt. (0 - 4,0) | 1,8 Pkt. (0 - 3,5)   | 1,3 Pkt. (0 - 4,0)   |
|                             | MW (SD)            | 1,6 Pkt. +/- 1,1   | 1,6 Pkt. +/- 1,0     | 1,5 Pkt. +/- 1,1     |
| T2                          | Median (Min.-Max.) | 2,0 Pkt. (0 - 4,0) | 2,3 Pkt. (0,5 - 4,0) | 2,0 Pkt. (0 - 4,0)   |
|                             | MW (SD)            | 2,2 Pkt. +/- 1,0   | 2,4 Pkt. +/- 0,9     | 2,1 Pkt. +/- 1,2     |
| T3                          | Median (Min.-Max.) | 2,5 Pkt. (0 - 4,0) | 2,3 Pkt. (0 - 4,0)   | 2,5 Pkt. (0,5 - 4,0) |
|                             | MW (SD)            | 2,3 Pkt. +/- 1,1   | 2,1 Pkt. +/- 1,3     | 2,4 Pkt. +/- 1,0     |
| T4                          | Median (Min.-Max.) | 1,0 Pkt. (0 - 4,0) | 1,0 Pkt. (0 - 4,0)   | 1,5 Pkt. (0 - 4,0)   |
|                             | MW (SD)            | 1,4 Pkt. +/- 1,2   | 1,2 Pkt. +/- 1,2     | 1,6 Pkt. +/- 1,2     |
| Signifikanz                 |                    |                    |                      |                      |
|                             | T1 vs. T2          | *p = 0,004         | *p = 0,029           | p = 0,066            |
|                             | T1 vs. T3          | *p = 0,019         | p = 0,192            | *p = 0,046           |
|                             | T1 vs. T4          | p = 0,392          | p = 0,167            | p = 0,832            |

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, Pkt. = Punkte, \*statistisch signifikant

### MFIS Gesamtscore

Zum Zeitpunkt T1 erreichten die Patienten nach klassischer Physiotherapie im Mittel 1,7 +/- 0,7 Punkte. Im weiteren Verlauf der HSZT waren keine signifikanten Veränderungen des MFIS Gesamtscores zu beobachten. Die Patienten erzielten zu T2 1,9 +/- 0,6 Punkte ( $p = 0,081$ ), zu T3 1,8 +/- 0,9 Punkte ( $p = 0,546$ ) und zu T4 1,7 +/- 1,0 Punkte ( $p = 0,586$ ). In der Nintendo Wii® Gruppe wurden zum Zeitpunkt T1 im Mittel 1,5 +/- 0,9 Punkte erreicht. Zu den Zeitpunkten T2 mit 1,9 +/- 1,0 Punkten ( $p = 0,328$ ) und T3 mit 1,9 +/- 1,1 Punkten ( $p = 0,209$ ) war ein nicht signifikanter Anstieg des MFIS Gesamtscores zu beobachten. 100 Tage nach HSZT lag der MFIS Gesamtscore bei 1,1 +/- 0,9 Punkte ( $p = 0,087$ ) (siehe Abbildung 16).

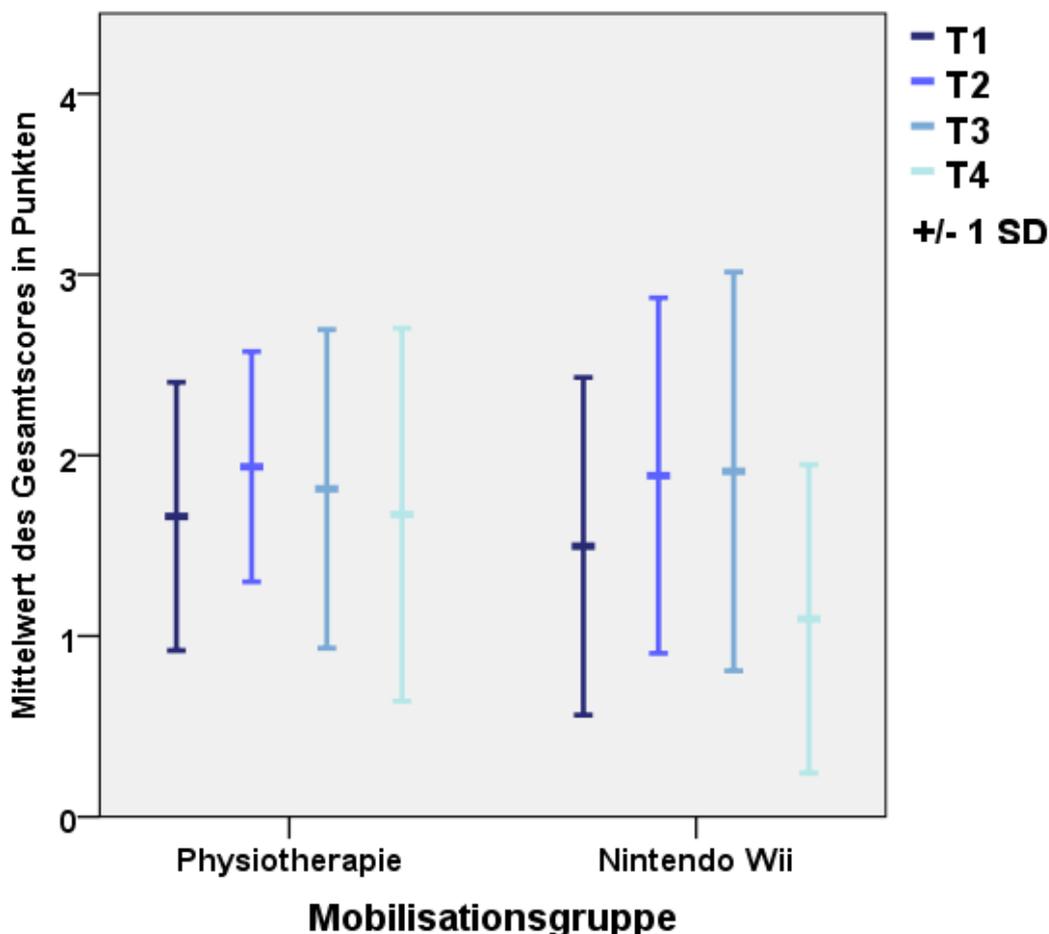


Abbildung 16: Ergebnisse des MFIS Gesamtscores der Mobilisationsgruppe

Im MFIS Gesamtscore zeigten sich in der Gesamtheit der Patienten keine signifikanten Veränderungen im Verlauf der HSZT. Zum Zeitpunkt T1 wurden im Mittel 1,6 Punkte +/- 0,7 erreicht, zu T2 1,9 Punkte +/- 0,8, zu T3 1,9 Punkte +/- 1,0 und zu T4 1,4 Punkte +/-

1,0. 14 Tage nach autologer HSZT war ein signifikanter Anstieg des Gesamtscores zu beobachten, während nach allogener HSZT der Anstieg nicht signifikant war. 100 Tage nach HSZT lag der Score in allen Gruppen wieder im Bereich des Ausgangsniveaus. Die Werte sind im Anhang unter 9.5 aufgeführt.

Zusammenfassung: Vor allem innerhalb des ersten Monats nach HSZT waren in allen Patientengruppen höhere Fatiguewerte nachweisbar. Insbesondere in der physischen und psychosozialen Subskala waren zu den Zeitpunkten T2 und T3 signifikant erhöhte Werte zu beobachten. Während nach klassischer Physiotherapie zum Zeitpunkt T1 in der physischen Subskala signifikant erhöhte Werte auftraten, waren bei Patienten der Nintendo Wii® Gruppe zu den Zeitpunkten T2 und T3 in der psychosozialen Subskala signifikant erhöhte Fatiguewerte nachweisbar.

#### **4.8 Human Activity Profile**

Der HAP Fragebogen beinhaltet 94 Fragen und dient der Erfassung der körperlichen Funktionalität und Leistungsfähigkeit. Er erfasst vielfältige Aktivitäten und eignet sich somit für Patienten mit unterschiedlicher körperlicher Fitness.

Der Fragebogen enthält Fragen zu alltäglichen Aktivitäten. Diese können nicht vollständig im Rahmen eines stationären Aufenthaltes durchgeführt werden, zum Beispiel „5 Kilometer joggen“ oder „Einkaufen gehen“, deshalb erfolgte die Erhebung nur zu T1 und zu T4.

Von den initial 49 Patienten beantworteten 37 Patienten den HAP Fragebogen zu den beiden Zeitpunkten T1 und T4. Die Patienten verteilten sich wie folgt auf die einzelnen Gruppen.

##### Transplantationsgruppen:

**Autolog:** n = 21, 16 Männer, 5 Frauen, Median Alter: 59 Jahre (28-66 Jahre)

**Allogen:** n = 16, 7 Männer, 9 Frauen, Median Alter: 54 Jahre (43-69 Jahre)

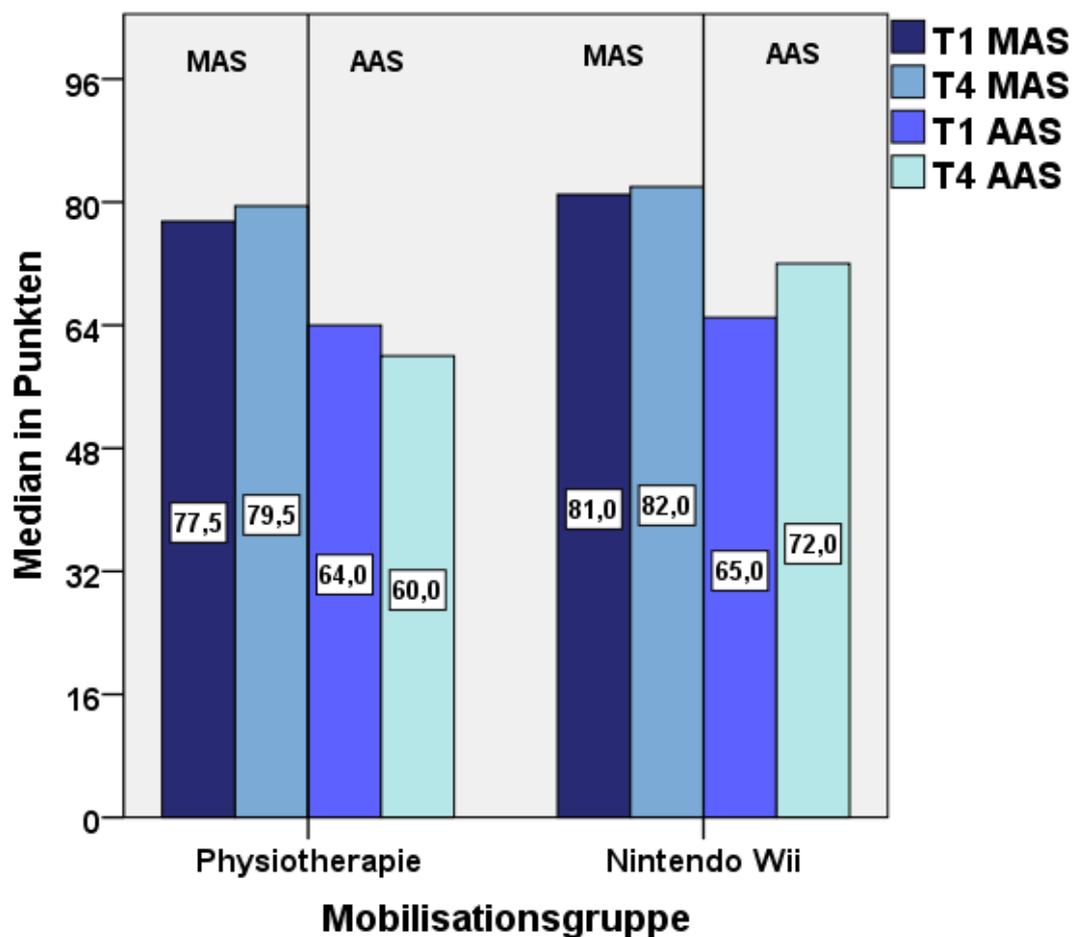
##### Mobilisierungsgruppen:

**Klassische Physiotherapie:** n = 20, 9 Männer, 11 Frauen, Median Alter: 55,5 Jahre (43 - 69 Jahre)

**Nintendo Wii®:** n = 17, 14 Männer, 3 Frauen, Median Alter: 57 Jahre (28 - 65 Jahre)

Sowohl in der Nintendo Wii® Gruppe als auch in der klassischen Physiotherapiegruppe zeigten sich im MAS konstante Werte zu den Zeitpunkten T1 und T4. In der Nintendo Wii® Gruppe lag der Median zum Zeitpunkt T1 bei 81,0 (62 - 83) Punkten und zum Zeitpunkt T4 bei 82,0 (67 - 91) Punkten ( $p = 0,095$ ). Patienten der klassischen Physiotherapiegruppe erzielten zu T1 im Median einen MAS von 77,5 (26 - 94) Punkten und zu T4 von 79,5 (56 - 93) Punkten ( $p = 0,343$ ).

Der AAS bildet die durchschnittliche tägliche Aktivität ab und zeigte bei Patienten der Nintendo Wii® Gruppe einen nicht signifikanten Anstieg von im Median 65,0 (39 - 82) Punkten zum Zeitpunkt T1 auf 72,0 (50 - 90) Punkte zu T4 ( $p = 0,182$ ). In der klassischen Physiotherapiegruppe fiel der AAS nicht signifikant von 64,0 (13 - 94) Punkten zu T1 auf 60,0 (25 - 92) Punkte zum Zeitpunkt T4 ( $p = 0,926$ ) ab (siehe Abbildung 17).



MAS = maximale Aktivitätsscore, AAS = angepasste Aktivitätsscore

Abbildung 17: Ergebnisse des Human Activity Profile der Mobilisationsgruppe

Legt man den *HSCT adjusted AAS* [67] zugrunde, zeigt sich in der Nintendo Wii® Gruppe ein Anstieg von im Median 70,0 (58 - 82) Punkten zu T1 auf 74,0 (61 - 90) Punkten zu T4 ( $p = 0,109$ ). In der Physiotherapiegruppe dagegen war in dem zuvor genannten Zeitraum ein Abfall von 68 (19 - 94) Punkten auf 63,5 (12 - 92) Punkten ( $p = 0,765$ ) zu beobachten.

Vor autologer HSZT lag der MAS im Median bei 74,0 Punkten, was einer maximalen Aktivität von „50 Stufen ohne Pause“ entspricht. 100 Tage nach HSZT kam es in dieser Gruppe zu einem signifikanten Anstieg des MAS auf im Median 82,0 Punkte, vergleichbar mit der Aussage „3 km Radfahren ohne Pause“. Auch im AAS waren die Werte 100 Tage nach HSZT signifikant gebessert ( $p = 0,003$ ). Nach allogener HSZT zeigte sich zum Zeitpunkt T4 ein zum Ausgangszeitpunkt konstanter MAS. Im AAS war ein nicht signifikanter Abfall von im Median 70,0 Punkten („3 km gehen“) zu T1 auf 51,0 Punkte zu T4 zu beobachten. Die einzelnen Werte sind der Tabelle 10 zu entnehmen.

**Tabelle 10: Ergebnisse des Human Activity Profile der Transplantationsgruppen**

| HAP         |                       | Gesamt                |                       | Autolog              |                       | Allogen               |                       |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|             |                       | MAS                   | AAS                   | MAS                  | AAS                   | MAS                   | AAS                   |
| T1          | Median<br>(Min.-Max.) | 79 Pkt.<br>(26 - 94)  | 65 Pkt.<br>(13 - 94)  | 74 Pkt.<br>(57 - 94) | 62 Pkt.<br>(27 - 94)  | 82 Pkt.<br>(26 - 89)  | 70 Pkt.<br>(13 - 89)  |
|             | MW (SD)               | 74,9 Pkt.<br>+/- 12,0 | 62,1 Pkt.<br>+/- 18,5 | 75,4 Pkt.<br>+/- 8,4 | 61,1 Pkt.<br>+/- 16,3 | 74,3 Pkt.<br>+/- 15,9 | 63,3 Pkt.<br>+/- 21,6 |
| T4          | Median<br>(Min.-Max.) | 82 Pkt.<br>(56 - 93)  | 66 Pkt.<br>(25 - 92)  | 82 Pkt.<br>(57 - 93) | 72 Pkt.<br>(25 - 92)  | 81 Pkt.<br>(56 - 93)  | 51 Pkt.<br>(37 - 81)  |
|             | MW (SD)               | 77,4 Pkt.<br>+/- 10,0 | 63,2 Pkt.<br>+/- 16,7 | 80,1 Pkt.<br>+/- 7,5 | 69,4 Pkt.<br>+/- 15,4 | 73,8 Pkt.<br>+/- 11,9 | 55,1 Pkt.<br>+/- 15,5 |
| Signifikanz |                       |                       |                       |                      |                       |                       |                       |
|             | T1 vs. T4             | $p=0,071$             | $p=0,321$             | * $p=0,010$          | * $p=0,003$           | $p=0,975$             | $p=0,111$             |

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, Pkt. = Punkte, MAS = maximaler Aktivitätsscore, AAS = angepasster Aktivitätsscore, \*statistisch signifikant

Bei Auswertung des *HSCT adjusted AAS* konnte in der autologen Gruppe ein signifikanter Anstieg ( $p = 0,003$ ) von im Median 66,0 (44 – 94) Punkten zu T1 auf 74,0 (41 – 92) Punkten zu T4 nachgewiesen werden. In der allogenen Transplantationsgruppe hingegen zeigte sich ein Abfall von 72,5 (19 – 89) Punkten auf 60,0 (12 – 81) Punkte ( $p = 0,363$ ).

Zusammenfassung: Sowohl in der klassischen Physiotherapiegruppe als auch in der Nintendo Wii® Gruppe erzielten die Patienten 100 Tage nach HSZT einen MAS in Höhe des Ausgangsscores zu T1. Bei Auswertung des AAS war ein nicht signifikanter Anstieg bei Patienten der Nintendo Wii® Gruppe zu verzeichnen, während in der Physiotherapiegruppe ein leichter Abfall zu beobachten war.

100 Tage nach autologer Transplantation zeigte sich im Vergleich zur allogenen HSZT ein signifikanter Anstieg des MAS. Dieser Anstieg bestätigte sich auch bei Auswertung des AAS.

#### **4.9 Habituationstest**

Mit dem Habituationstest erfolgte die Erfassung der Reizoffenheit der Patienten gegenüber alltäglicher Reize. Dabei wurde untersucht, ob auf einen wiederkehrenden Reiz eher eine Dishabituation oder eine Habituation einsetzt.

##### Transplantationsgruppen:

**Autolog:**  $n = 17$ , 12 Männer, 5 Frauen, Median Alter: 58 Jahre (28 - 66 Jahre)

**Allogen:**  $n = 15$ , 7 Männer, 8 Frauen, Median Alter: 54 Jahre (43 - 68 Jahre)

##### Mobilisationsgruppen:

**Klassische Physiotherapie:**  $n = 18$ , 8 Männer, 10 Frauen, Median Alter: 52 Jahre (43-68 Jahre)

**Nintendo Wii®:**  $n = 14$ , 11 Männer, 3 Frauen, Median Alter: 54,5 Jahre (28 - 65 Jahre)

Patienten der klassischen Physiotherapiegruppe erzielten zu den einzelnen Zeitpunkten im Median gleichmäßige Ergebnisse. In der Nintendo Wii® Gruppe war ein tendenzieller Rückgang des Summenwertes, entsprechend einer stärkeren Habituation

auf die einwirkenden Reize, zu beobachten. Die zwischen den einzelnen Zeitpunkten T1 bis T4 gemessenen Unterschiede waren nicht signifikant (siehe Tabelle 11).

**Tabelle 11: Ergebnisse des Habituationstests**

| Habituationstest      | Autologe Transplantation<br>n = 17 | Allogene Transplantation<br>n = 15 | Klassische Physiotherapie<br>n = 18 | Nintendo Wii®<br>n = 14 |
|-----------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| T1 Median (Min.-Max.) | 15,0 Pkt.(0 - 24)                  | 9,0 Pkt. (3 - 24)                  | 12,0 Pkt.(0 - 24)                   | 12,0 Pkt.(0 - 24)       |
| T2 Median (Min.-Max.) | 14,0 Pkt.(1 - 25)                  | 10,0 Pkt.(1 - 23)                  | 11,0 Pkt.(1 - 25)                   | 11,5 Pkt.(1 - 24)       |
| T3 Median (Min.-Max.) | 10,0 Pkt.(0 - 25)                  | 10,0 Pkt.(0 - 24)                  | 11,0 Pkt.(0 - 25)                   | 9,5 Pkt.(0 - 25)        |
| T4 Median (Min.-Max.) | 11,0 Pkt.(0 - 25)                  | 12,0 Pkt.(3 - 24)                  | 13,5 Pkt.(0 - 25)                   | 10,0 Pkt.(2 - 24)       |
| Signifikanz T1 vs. T2 | p = 0,171                          | p = 0,700                          | p = 0,324                           | p = 0,385               |
| Signifikanz T1 vs. T3 | p = 0,653                          | p = 0,393                          | p = 0,861                           | p = 0,592               |
| Signifikanz T1 vs. T4 | p = 0,641                          | p = 0,529                          | p = 0,114                           | p = 0,432               |

Min. – Max. = Minimum bis Maximum, Pkt. = Punkte

Während bei Patienten nach autologer HSZT ein tendenzieller Rückgang des Summenwertes zu beobachten war, waren die Werte in der allogenen Transplantationsgruppe ansteigend, entsprechend einer stärkeren Sensitivierung auf die einwirkenden Reize. Ein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Zeitpunkten konnte nicht nachgewiesen werden.

#### Korrelationsanalyse:

Zur Durchführung der Korrelationsanalyse wurden die Daten die einen Monat nach Transplantation erhoben wurden herangezogen und jeweils für die Gesamtheit der Patienten analysiert. Dabei erfolgte die Analyse des Habituationstests mit dem BFI Gesamtscore, dem MFIS Gesamtscore und der Krankenhausaufenthaltsdauer.

##### a) Korrelation zwischen Habituationstest und BFI Gesamtscore

In der Korrelationsanalyse des BFI Gesamtscores mit dem Habituationstest zeigte sich ein Pearsonscher Maßkorrelationskoeffizient von  $r = 0,372$  und  $p = 0,036$ . Somit zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der

Ausprägung der durch den BFI Gesamtscore erfassten Fatigue und der Reizoffenheit des Habituationstests.

b) Korrelation zwischen Habituationstest und MFIS Gesamtscore

In der Korrelationsanalyse des MFIS Gesamtscores mit dem Habituationstest fand sich  $r = 0,471$  und  $p = 0,007$ , sodass ebenfalls eine gleichsinnige Korrelation zwischen dem Ausmaß der Fatigue und der Reizoffenheit beobachtet werden konnte.

c) Korrelation zwischen Habituationstest und der Krankenhausaufenthaltsdauer

In der Korrelationsanalyse der Krankenhausaufenthaltsdauer mit dem Habituationstest zeigte sich  $r = -0,16$  und  $p = 0,936$ , entsprechend keiner signifikanten Korrelation zwischen den beiden Parametern.

#### **4.10 Physiotherapie- und Nintendo Wii®-Fragebogen**

Patienten, die an der klassischen physiotherapeutischen Mobilisation teilnahmen, beantworteten im Verlauf des stationären Aufenthaltes den Physiotherapie-Fragebogen (siehe Anhang unter 9.7), während die Versuchsgruppe den Nintendo Wii®-Fragebogen (siehe Anhang unter 9.8) ausfüllte. Es resultierte eine Gesamtzahl von  $n = 19$  Patienten, die den Physiotherapie-Fragebogen beantwortete, davon erhielten 8 Patienten eine autologe und 11 Patienten eine allogene HSZT. Den Nintendo Wii®-Fragebogen beantworteten insgesamt 19 Patienten, davon wurden 11 Patienten autolog und 8 Patienten allogenen transplantiert.

In der Auswertung des Physiotherapie-Fragebogens zeigte sich im Allgemeinen eine große Zustimmung und Zufriedenheit hinsichtlich der physiotherapeutischen Mobilisation im Rahmen des stationären Aufenthaltes. Drei Patienten (15,8%) konnten sich ein Training auf der Nintendo Wii® als gute Alternative zur klassischen Physiotherapie vorstellen, 14 Patienten (73,7%) antworteten mit „vielleicht“ und für zwei Patienten (10,5%) würde ein Training mit der Nintendo Wii® nicht als Alternative in Frage kommen. Die Ergebnisse der Befragung sind in Abbildung 18 dargestellt.

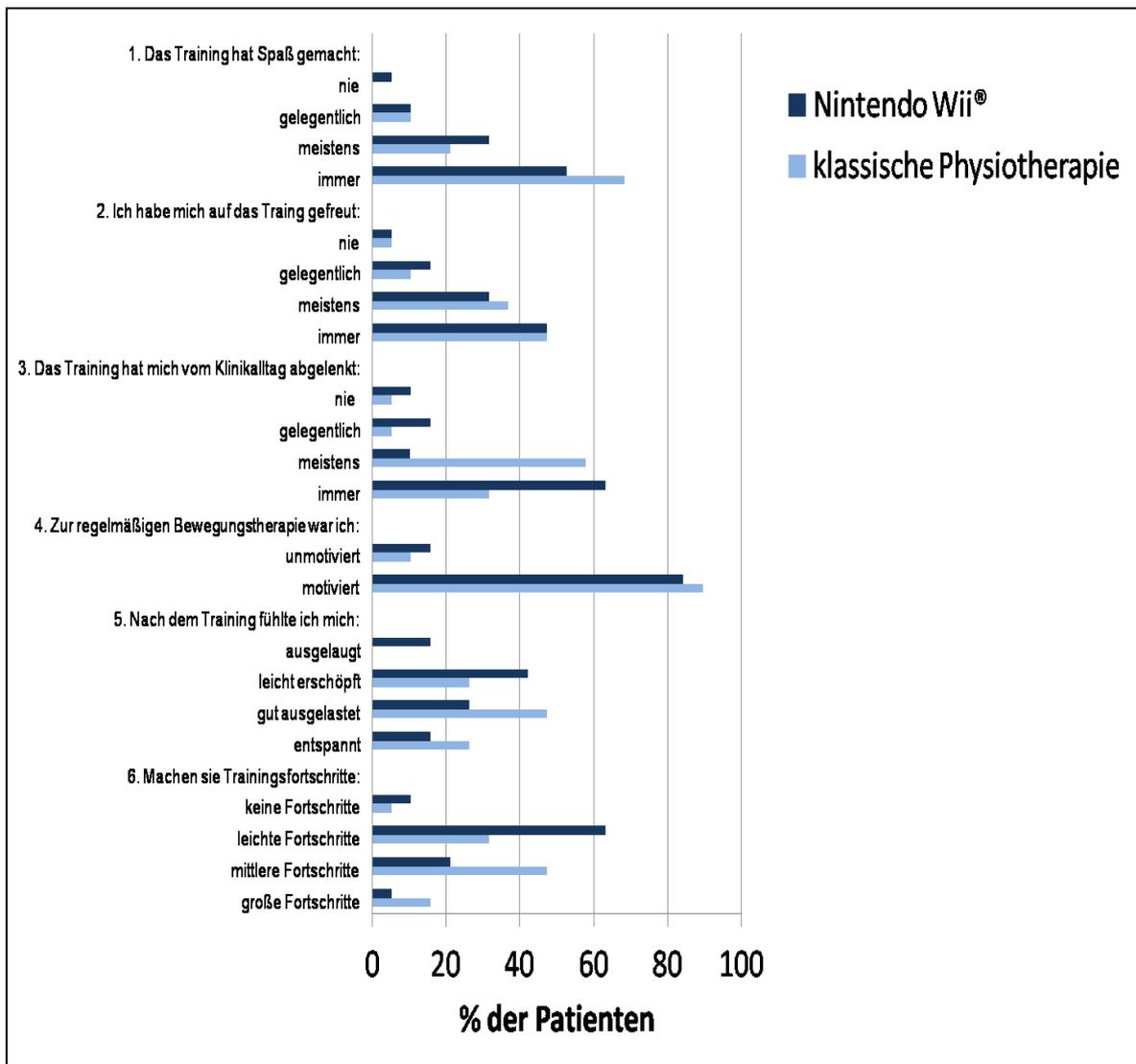


Abbildung 18: Ergebnisse des Nintendo Wii®- und Physiotherapie Fragebogens

Die Nintendo Wii® Konsole war bei 15 Patienten (79,9%) bekannt und vier Patienten hatten schon einmal damit gespielt. Acht Patienten (42,1%) würden sich ein Bewegungsprogramm mit einer Nintendo Wii® als Ergänzung zur klassischen Mobilisierungstherapie durch die Physiotherapie wünschen, nur zwei Patienten (10,5%) konnten sich dies nicht vorstellen.

#### Zusammenfassung:

Obwohl ein Großteil der Patienten keine oder nur etwas Erfahrung im Umgang mit Spielekonsolen wie zum Beispiel der Nintendo Wii® hatte, kam der größte Anteil der Patienten mit der Handhabung der Konsole sehr gut zurecht. Für die Patienten war die Handhabung einfach oder mit etwas Übung erlernbar. Sowohl Patienten der Nintendo

Wii® Gruppe, als auch Patienten der klassischen Physiotherapiegruppe hatten mehrheitlich Spaß an der jeweiligen Trainingsform, sodass unabhängig von der Trainingsform die Vorfriede auf das Mobilisierungsprogramm überwog. Patienten der Nintendo Wii® Gruppe sahen die Gründe dafür im „abwechslungsreichen Angebot“ und im „hohen Spaßfaktor“ der Spiele. So kommentierte beispielsweise ein Patient auf dem Fragebogen: „Man wird anders gefordert und durch den Spaß hat man mehr Motivation“. Hierdurch waren 63,2% der Patienten „immer“ vom Klinikalltag abgelenkt, während in der Physiotherapiegruppe nur 31,6% der Patienten „immer“ abgelenkt wurden. Aussagen der Nintendo Wii® Patienten in diesem Zusammenhang waren: „Man kann mal alleine sein, taucht in eine andere Welt ein, kann spielen und nicht nur trainieren.“ oder „Das Training mit der Nintendo Wii® ist eine willkommene Abwechslung zum Klinikalltag“.

Subjektive Trainingsfortschritte wurden bei Patienten mit klassischer Physiotherapie stärker beobachtet, als bei Patienten der Nintendo Wii® Gruppe. Die Patienten der Nintendo Wii® Gruppe kommentierten das Training mit: „hält einen in Kondition“, „ich habe mich gut bewegen können“ oder „der Kreislauf wird einmal richtig angeregt“. Patienten, die keinen Trainingsfortschritt erkannten, hatten vorwiegend Probleme mit der Intensität der Übungen. Diese Patienten beklagten entweder die Spiele seien „zu schnell und hektisch“ oder „ich brauche mehr Bewegung“.

Für 89,5% der teilnehmenden Patienten stellte das Training mit der Nintendo Wii® eine gute Alternative zur klassischen physiotherapeutischen Mobilisation dar. Die häufigsten genannten Gründe hierfür waren die Ablenkung vom Klinikalltag, der hohe Spaß- und Motivationsfaktor sowie das abwechslungsreiche Angebot an Übungen. Auch die Durchführbarkeit in Situationen, in denen das subjektive Wohlbefinden deutlich reduziert war, wurde explizit benannt.

Einige Patienten der Nintendo Wii® Gruppe gaben an, die Physiotherapie aufgrund der langsameren Abläufe zu bevorzugen und wünschten sich eine bessere Anpassung des Trainingsinhaltes an das Niveau des Patienten.

In der Auswertung des Physiotherapie-Fragebogens zeigte sich im Allgemeinen eine große Zustimmung und Zufriedenheit hinsichtlich der physiotherapeutischen Mobilisation im Rahmen des stationären Aufenthaltes. Der Großteil der Patienten hatte Spaß am Training mit der Physiotherapie und blickte mit Freude auf die nächste Einheit. Vor allem in der Anpassung der Trainingsintensität lagen Vorteile bei der klassischen Physiotherapie. 42,1% der Patienten wünschten sich neben der klassischen

Physiotherapie ein ergänzendes Bewegungsprogramm mit einer Nintendo Wii®, nur 10,5% der Patienten lehnten diese Vorstellung ab.

## 5 Methodenkritik

Eine Stärke der Studie ist die Randomisierung der Patienten mit anschließender prospektiver Datenerhebung. Aufgrund der individuell stark variierenden Krankheitsverläufe, erforderte die Datenerhebung, die Organisation und Durchführung der Bewegungstherapie ein hohes Maß an Flexibilität und Disziplin. Dies betraf zum einen das beteiligte medizinische Personal, wie Ärzte, Schwestern, Pfleger und Physiotherapeuten, aber auch die involvierten Patienten. Nicht immer gelang es, eine vollständige Datenerhebung durchzuführen oder die nötige Studientreue zu sichern, sodass eine nicht unerhebliche Ausfallrate, auch aufgrund der langen Nachverfolgungszeit (T4 = 100 Tage nach HSZT) resultierte.

Durch die „komplette Fallanalyse“ wurden homogene Gruppen zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten erzeugt. Dies bedeutet, dass für den jeweils durchgeführten Test nur die Patienten ausgewertet wurden, für die ein vollständiger Datensatz zu allen Untersuchungszeitpunkten vorlag. Nachteilig ist der Wegfall der dadurch nicht eingeschlossenen Daten derjenigen Patienten mit inkompletter Datenerhebung. Die Gesamtzahl der ausgewerteten Patienten fällt somit niedriger aus als die Zahl der eingeschlossenen Patienten. Hieraus resultiert als limitierender Faktor der kleine Stichprobenumfang.

Ein weiterer limitierender Faktor ist das Missverhältnis zwischen der Anzahl an Männern und Frauen in den beiden Mobilisationsgruppen.

Die Datenanalyse erfolgte in den jeweiligen Gruppen als verbundene Stichprobe im Vergleich der erzielten Leistungen zu den einzelnen Zeitpunkten.

Autolog und allogene transplantierte Patienten wurden gemeinsam in die Mobilisationsgruppen eingeschlossen. Die Verteilung von autolog und allogenen transplantierten Patienten auf die Mobilisationsgruppen gestaltete sich relativ homogen. In der Nintendo Wii® Gruppe trainierten 12 autolog und 8 allogene transplantierte Patienten, in der klassischen Physiotherapiegruppe trainierten 15 autolog und 14 allogene transplantierte Patienten.

Einschränkungen bei den angewandten Leistungstests fanden sich vor allem bei der Umfangs- sowie bei der Balancetestung. Aus den Ergebnissen der Umfangsmessung

können nur bedingt Rückschlüsse auf die Muskelmasse beziehungsweise den körperlichen Status nach HSZT gezogen werden. Eine Umfangsdifferenz wird nicht allein durch Muskelmasseverlust verursacht, zum Beispiel ändert sich der Unterschenkel- und Knöchelumfang auch bei Auftreten von Unterschenkelödemen.

Der *Berg Balance Scale* zeigte sich für die Testung des Gleichgewichts in der untersuchten Patientengruppe als nicht sensitiv genug. Für zukünftige Studien in ähnlichen Patientengruppen sollten weitere Balancetests erprobt werden. Der *Berg Balance Scale* als ordinalskaliertes Test eignet sich gut zur Detektion des Sturzrisikos. [68] Whitney et al. [68] empfehlen zur Detektion eines Balanceunterschiedes im zeitlichen Verlauf die Anwendung von zeiterfassenden Tests wie zum Beispiel den „*Time up and go-test*“ [69], den „*Physical Performance Test*“ [70] oder die Anwendung von Verhältnismessungen zum Beispiel mit dem „*Functional Reach Test*“. [71]

Des Weiteren bedarf es zur Sicherstellung eines regelmäßigen Physiotherapieprogrammes mittels Nintendo Wii® entsprechende Räumlichkeiten, dessen Zugänglichkeit jederzeit gewährleistet werden muss. Für ein Training im Patientenzimmer selbst, was durch die transportable Nintendo Wii® durchaus möglich wäre, steht in der Regel nicht genügend Bewegungsraum zur Verfügung, sodass dieser Vorteil der Nintendo Wii® auf die Anwendung der Physiotherapie auf Stationsebene beschränkt bleibt.

## 6 Diskussion

HSZT werden in zunehmendem Maße zur potentiell kurativen Therapie von Erkrankungen des blutbildenden Systems eingesetzt und haben sich in den letzten Jahren rasant weiterentwickelt. Diese Weiterentwicklung bedingt eine Verbesserung der Heilungschancen der behandelten Patienten und ist durch eine Verringerung der akuten, mittelfristigen und langfristigen Komplikationen und Folgestörungen gekennzeichnet. In diesem Zusammenhang spielt die Physio- und Sporttherapie sowohl während der unmittelbaren Phase des stationären Aufenthaltes als auch in der Vor- und Nachbetreuung transplantierte Patienten eine wesentliche Rolle.

Herrschte lange Zeit die Meinung, körperliche Belastung nach HSZT würde den Körper schwächen, hat sich in den letzten Jahren eine gegenteilige Auffassung entwickelt. [25] Elter et al. wiesen nach, dass physiotherapeutische Mobilisation auch nach Hochdosis-Chemotherapie und bei Patienten mit ausgeprägten Zytopenien komplikationslos erfolgen kann. [34]

Positive Effekte von belastungsabhängigen körperlichen Trainingsformen nach der Stammzelltransplantation sind bekannt [42, 58], leistungs- und problemorientierte Therapien existieren jedoch nicht. Es gibt allenfalls Empfehlungen.

Körperliche Leistungseinschränkungen für Patienten nach HSZT entstehen aus den direkten Folgen der Konditionierung, wie zum Beispiel Anämie, und aus der Notwendigkeit eines längerfristigen stationären Aufenthaltes mit Umkehrisolation zum Schutz vor Infektionen und zur Behandlung von Komplikationen. Der durch Isolation und Immobilisation bedingte Muskelabbau führt zu einer Reduktion der kardiorespiratorischen Fitness. Weitere Faktoren, die den Verlust körperlicher Leistungsfähigkeit begünstigen, sind Katabolie und Veränderungen im Hormonhaushalt der Patienten. [33] Die Freisetzung von Zytokinen kann darüber hinausgehend zu einer Beschleunigung des Muskelabbaus beitragen. Als prävalentes krebsassoziiertes Symptom kann sich außerdem Fatigue negativ auf die funktionelle Leistungsfähigkeit und die Lebensqualität auswirken. [13] Die Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit ist hierbei ein eigenständiger Prädiktor zur Ausbildung eines Fatigue-Syndroms. [18] Zum Erhalt der körperlichen Leistungsfähigkeit ist deshalb ein körperliches Training während beziehungsweise bereits im Vorfeld eines stationären Aufenthaltes im Rahmen einer HSZT notwendig. [72] Während der

Hospitalisierungsphase der Patienten soll dies durch tägliche Krankengymnastik gewährleistet werden. Die Rehabilitationsmaßnahmen können direkt nach Beendigung der Stammzellübertragung beginnen, ohne dass hieraus ein Anstieg der Morbidität resultiert. [44]

Nach allogener HSZT hat sich als aerobes Ausdauertraining vor allem die Fahrradergometrie etabliert. [73] Weitere positive Einflüsse auf die körperliche Leistungsfähigkeit und das Ausmaß von Fatigue konnten durch die Durchführung eines Krafttrainings, über das Maß der herkömmlichen Physiotherapie hinaus, nach HSZT aufgezeigt werden. Hierfür wird zum Beispiel die Verwendung von elastischen Therabändern empfohlen. [74]

Ein neuer Ansatz zur Förderung der körperlichen Aktivität ist das Exergaming. Positive Auswirkungen auf die körperliche Leistungsfähigkeit und Fatigue mittels Exergaming konnten durch Cho et al. aufgezeigt werden. [22] Vorteile des Exergamings sind die hohe Variabilität an körperlichen Übungen durch die Vielzahl der Programme zur körperlichen Betätigung, die relativ niedrigen Anschaffungskosten, die Mobilität der Konsole mit der Möglichkeit des Einsatzes direkt auf der Station und die Möglichkeit zur Simulation von Tätigkeiten, die eventuell im Rahmen der Erkrankung nicht mehr möglich oder erlaubt sind. So kann zum Beispiel in der virtuellen Realität ein Bowling- oder Tennisspiel erfolgen, ohne dass der Patient das Krankenhaus verlassen muss.

Mit Hilfe des *Wii Balance Boardes*<sup>™</sup> ließen sich neben Krafttraining auch Übungen zur Förderung des Gleichgewichtssinnes umsetzen. Eine Komplikation an der viele Patienten nach HSZT leiden, ist die Chemotherapie induzierte periphere Polyneuropathie (CIPN). Durch ein gezieltes Balancetraining bei Patienten mit Polyneuropathie konnten Verbesserungen der Balancefähigkeit beobachtet werden. [75, 76]

Auch in der vorliegenden Studie wurde den Patienten ein abwechslungsreiches Trainingsprogramm an der Nintendo Wii® angeboten. Die Patienten bevorzugten Übungen mit realistischen Bewegungsabläufen. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von Lakowa et al. [77] Insbesondere Bowling, Tischtennis und Frisbee waren beliebte Spiele auf der Nintendo Wii®. Unter Einbeziehung des *Wii Balance Boardes*<sup>™</sup> konnten durch Aerobictraining die muskuläre und kardiale Fitness trainiert werden. Gleichzeitig waren Balancespiele beliebte Abwechslungen zur Stärkung des Gleichgewichtes.

Eine Räumlichkeit mit genügend Platz war Voraussetzung für die Durchführung des Trainings. Tsuda et al. nannten den flexiblen Einsatz der Nintendo Wii® als Vorteil der Konsole [56], die Anwendung auf Stationsebene ließ sich problemlos umsetzen.

In der vorgelegten Studie wurden die Effekte einer multimedialen, sensorbasierten Trainingsform mit der Nintendo Wii® im randomisierten Vergleich zur konventionellen Krankengymnastik hinsichtlich der körperlichen Leistungsfähigkeit und Balance, der Motivation zur körperlichen Betätigung, des Auftretens von Fatigue sowie der Akzeptanz durch den Patienten untersucht.

## **6.1 Körperliche Leistungsfähigkeit**

Patienten, die eine HSZT aufgrund einer hämatologischen Grunderkrankung erhalten, erfahren im Verlauf der HSZT einen Verlust an körperlicher Leistungsfähigkeit. [78, 79, 80] Körperliche Betätigung nach HSZT kann zumindest teilweise dieser Leistungseinschränkung entgegenwirken. [43, 72, 81, 82] In der Literatur werden positive Einflüsse auf die Krafterhaltung [43] und auf die Muskelkraft [74] beschrieben. So beobachteten Hayes et al. einen Erhalt von Skelettmuskelmasse durch regelmäßige körperliche Betätigung in der Rehabilitationsphase von Krebspatienten. [83]

### **HSZT führt zur Verminderung der Gehstrecke**

Der 2-MWT als Variante des 6-MWT diene zusammen mit der Fahrradergometrie der Erfassung des konditionellen Status der Patienten. Eine Evaluation des 2-MWT erfolgte durch Connelley et al. bei älteren Patienten in geriatrischer Rehabilitation. [61] Der 2-MWT wurde in dieser Patientengruppe besser toleriert als der 6-MWT und spiegelte dennoch die funktionelle Ausdauer wieder. Dabei korrelieren die Messergebnisse des 2-MWT mit dem 6-MWT und dem 12-MWT [84], sodass der 2-MWT vom NIH als standardisierter Leistungstest nach HSZT, zum Beispiel zur Verlaufskontrolle bei Patienten mit einer GvHD, empfohlen wird. [85] Kramer et al. zeigten eine Korrelation zwischen dem 2-MWT und der Fahrradergometrie sowie der physischen Funktionalität des *Short Form 36* Fragebogens (SF 36) auf. Dementsprechend kann der 2-MWT zur Beurteilung des konditionellen Status herangezogen werden und liefert Hinweise auf die allgemeine Leistungsfähigkeit der Patienten im Alltag. [80]

Im Rahmen der vorgelegten Studie wurde deshalb bewusst der 2-MWT zur Erfassung der Leistungsfähigkeit herangezogen und konnte vor allem bei allogenen transplantierten Patienten einen signifikanten Verlust an Gehstrecke nach erfolgter HSZT nachweisen. Dieser Leistungsverlust persistierte auch noch 30 Tage nach Transplantation. Dies stützt zum einen die Ergebnisse des 6-MWT bezüglich des Verlustes an körperlicher Leistungsfähigkeit, die durch Wiskemann et al. nach HSZT erhoben wurden [78], als auch Ergebnisse von de Souza et al., die mittels 2-MWT einen Verlust an Gehstrecke sowohl nach allogener als auch nach autologer HSZT nachweisen konnten. [86] Morishita et al. untersuchten 113 Patienten vor und sechs Wochen nach HSZT bezüglich der körperlichen Leistungsfähigkeit und beobachteten eine signifikante Abnahme der Griffkraft und der innerhalb von sechs Minuten zurückgelegten Gehstrecke ( $p < 0,001$ ). [79]

In der vorliegenden Studie hatten autolog transplantierte Patienten 14 Tage nach HSZT ebenfalls einen Verlust an Gehstrecke zu verzeichnen. Dieser war nicht signifikant. Zum Zeitpunkt T3 wurden wieder Werte im Bereich der Ausgangsleistung erzielt. Diese Ergebnisse decken sich mit den Ergometrieuntersuchungen von Dimeo et al. Durch ein sechs Wochen langes aerobes Ausdauertraining direkt nach autologer HSZT konnte in der Studie von Dimeo et al. den körperlichen Leistungseinschränkungen effektiv entgegengewirkt werden. [87] Patienten, welche nach HSZT sechs Wochen lang ein Rehabilitationsprogramm mit Gehtraining auf einem Laufband absolvierten, erreichten eine längere Gehstrecke und reduzierten ihre Herzfrequenz bei selber Arbeitsbelastung im Vergleich zur Kontrollgruppe. [43]

In dieser Studie waren keine signifikanten Unterschiede zwischen der Nintendo Wii®- und der klassischen Physiotherapiegruppe nachweisbar, was für die Nichtunterlegenheit eines Trainings an der Nintendo Wii® im Vergleich zur klassischen Physiotherapie spricht. Zu einem vergleichbaren Ergebnis kam auch die Arbeitsgruppe um Kwok et al., die bei älteren Menschen in Gemeinschaftseinrichtungen ein Training an der Nintendo Wii® mit klassischer Physiotherapie verglich. Das Training an der Nintendo Wii® war bezüglich der absolvierten Gehstrecke im 6-MWT ebenfalls gleichwertig zur klassischen Physiotherapie. [88]

Eine andere Studiengruppe untersuchte den Einsatz der Nintendo Wii® im randomisierten Vergleich zu Laufbandtraining in der Rehabilitation von Schlaganfallpatienten. Das Training fand acht Wochen lang dreimal pro Woche für je 40 Minuten statt. Im Anschluss war die Schrittfrequenz (Schritte pro Minute) bei Patienten

mit Training an der Nintendo Wii® signifikant höher als in der Kontrollgruppe mit Laufbandtraining. [89]

Zudem konnte in einer Studie mit herzinsuffizienten Patienten, die ein zwölfwöchiges Training an der Nintendo Wii® in der Häuslichkeit durchführten, bei über der Hälfte der Patienten ein signifikanter Anstieg der Gehstrecke im 6-MWT beobachtet werden. [90] Dies unterstützt die Hypothese, dass die Fortsetzung des Trainings in der Häuslichkeit nach Entlassung aus dem Krankenhaus eine effektive Möglichkeit zur weiteren Steigerung der Mobilität darstellt. John et al. untersuchten den Einsatz der Nintendo Wii® in der Rehabilitation im häuslichen Umfeld. Es zeigte sich, dass durch die spielerische Betätigung eine größere Motivation zur körperlichen Betätigung bestand. Dies resultierte in einer höheren Anzahl an freiwilligen Trainingsstunden in der Häuslichkeit. Als besonders motivationssteigernd wurde die Einbeziehung des sozialen Umfeldes in das Trainingsprogramm erwähnt. Durch die Mitbeteiligung von Angehörigen am Nach-Reha-Programm wurde die Motivation zur körperlichen Betätigung weiter gefördert. [91] Diese Beobachtung bestätigte sich auch in der vorliegenden Studie. Patienten trainierten zusätzlich freiwillig außerhalb der vorgegebenen Trainingszeiträume an der Nintendo Wii®. Angehörige wurden in das Training einbezogen, hierdurch gelang eine Ablenkung vom Klinikalltag und es bot sich eine Thematik jenseits des Krankheitsgeschehens auf. Hier konnten die Transplantierten die Patientenrolle verlassen und wahrnehmen, wozu der Körper trotz Krankheit noch fähig ist.

### **Leistungserhebung mittels Fahrradergometrie**

Die Leistungserhebung mittels der Fahrradergometrie diene zusammen mit dem 2-MWT der Erfassung der konditionellen Leistungsfähigkeit der Patienten. Die Fahrradergometrie ist eine etablierte Methode zur physiotherapeutischen Mobilisation im Verlauf nach HSZT. [44] Die standardmäßige Ausstattung der Zimmer der Mildred-Scheel-Station für Knochenmark- und Blutstammzelltransplantationen der Klinik für Hämatologie, Onkologie und Palliativmedizin der Universitätsmedizin Rostock mit Fahrradergometern beziehungsweise Steppern ermöglicht den Patienten jederzeit ein eigenständiges Training durchzuführen. Dennoch konnte in dieser Studie gezeigt werden, dass sowohl 14 Tage nach autologer als auch nach allogener HSZT ein signifikanter Leistungsabfall auftrat. Bei allogenen transplantierten Patienten persistierte

dieser Leistungsverlust auch 30 Tage nach HSZT, während autolog transplantierte Patienten wieder ihre Ausgangsleistung zurückerlangten.

Wiskemann et al. beobachteten vor allem bei Patienten mit initial hohem Leistungsniveau trotz körperlicher Betätigung nach allogener HSZT eine Leistungsabnahme. Patienten die als „unfit“ klassifiziert wurden, profitierten besonders von regelmäßiger körperlicher Betätigung. [78] Gründe für die persistierenden konditionellen Defizite können in der längeren Krankenhausverweildauer nach allogener HSZT liegen. Durch die fehlende alltägliche Bewegung aufgrund des stationären Behandlungsbedarfes und der strengen Isolierung der Patienten in Einzelzimmern kommt es zunächst zu einem Verlust und nachfolgend zur verzögerten Regeneration der konditionellen Leistungsfähigkeit.

Abbruchkriterien der Fahrradergometrie in der vorliegenden Studie waren häufiger eine allgemeine Erschöpfung, vor allem eine muskuläre Erschöpfung der unteren Extremitäten, als eine Dyspnoe. Als mögliche Ursachen hierfür sind neben dem Verlust an Muskelkraft in Folge der verminderten alltäglichen Belastung aufgrund der Isolation, die katabolen Auswirkungen der Chemotherapeutika zu nennen. [38] Diese katabolen Nebenwirkungen lassen sich nicht begrenzen. Deshalb besteht ein Bedarf an therapeutischen Ansätzen, die einerseits den Erhalt der Muskelkraft und andererseits die Mobilisationsförderung verfolgen. Generell werden 30 Minuten moderate Aktivität pro Tag empfohlen. [32] Außerhalb eines stationären Aufenthaltes kann dies neben aktiver körperlicher Betätigung durch die Ausführung alltäglicher Tätigkeiten, wie zum Beispiel durch Treppensteigen, Einkaufen etc., erreicht werden. [32]

Die physiotherapeutische Mobilisation ist eine wichtige Maßnahme, um dem Bewegungsdefizit im Rahmen des stationären Aufenthaltes entgegenzuwirken. Dennoch zeigte sich in dieser Studie trotz Mobilisationstherapie sowohl in der Physiotherapiegruppe als auch in der Nintendo Wii® Gruppe 14 Tage nach HSZT ein signifikanter Verlust an Leistungsfähigkeit. Erst zum Zeitpunkt T3 stieg die Leistung in beiden Gruppen wieder an. Patienten schildern immer wieder, dass ihnen lange Zeiträume ohne körperliche Bewegung hinsichtlich des subjektiven Wohlbefindens und der körperlichen Funktionalität hinderlich im Wege stehen. Die Mobilisationstherapie konnte einen Beitrag zur Begrenzung der Leistungseinschränkung leisten und nach 30 Tagen sogar eine Leistungssteigerung im Vergleich zur direkten Phase unmittelbar nach der HSZT herbeiführen. Das Training an der Nintendo Wii® war der klassischen Physiotherapie erneut ebenbürtig.

### **Muskelkraftverlust nach HSZT**

Morishita et al. fanden bei Patienten mit hohen Kortikosteroiddosen eine Abnahme der Muskelkraft. Bei mangelnder Beteiligung an der physiotherapeutischen Mobilisation im Verlauf der HSZT resultierte hieraus eine Reduktion der Leistungsfähigkeit. [79] Auch Wiskemann et al. beobachteten einen ausgeprägten Verlust an Muskelkraft. Insbesondere als „fit“ klassifizierte Patienten verloren 31% an Muskelkraft der Knieextensoren. [78] Ursächlich für einen Muskelmasseverlust ist neben der direkten Toxizität der Chemotherapie und der Immobilität nach HSZT, auch eine reduzierte Nahrungsaufnahme mit daraus resultierender Energiedysbalance in Erwägung zu ziehen. [83] Kovalszki et al. führen als weitere Ursache für den Muskelkraftverlust nach HSZT den durch die Chemotherapie und die transfusionsbedingte Eisenüberladung erhöhten oxidativen Stress auf. [92] Außerdem weisen HSZT Patienten eine niedrige Konzentration der antioxidativen Glutathionperoxidase auf. [93]

Nachdem sowohl Kramer et al. [35] als auch Rantanen et al. [94] eine Korrelation zwischen der Griffkraft und dem Muskelstatus aufzeigen konnten, wurde im Rahmen der vorliegenden Studie die Griffkraft mit dem Citek-Handdynamometer gemessen. Die Griffkraft wird als Parameter für den allgemeinen muskulären Status herangezogen. Vor allem bei Patienten nach allogener HSZT war ein signifikanter Verlust an Griffkraft zu beobachten. Dieser Griffkraftverlust persistierte auch 30 Tage nach HSZT, während autolog transplantierte Patienten keinen Griffkraftverlust aufwiesen. Ein Verlust an Griffkraft nach HSZT wurde auch in weiteren Studien gezeigt [35, 79, 86] und unterstreicht die Notwendigkeit eines Muskeltrainings im Verlauf einer HSZT.

Durch ein Krafttraining während des stationären Aufenthaltes bis sechs Wochen danach kann die körperliche Leistungsfähigkeit von stammzelltransplantierten Patienten erhalten und teilweise verbessert werden. [95] Hierfür werden vor allem Therabänder empfohlen, da diese sowohl preisgünstig als auch flexibel einsetzbar sind und von den Patienten im Anschluss an den stationären Aufenthalt mit nach Hause genommen werden können. Das Training kann so in der Häuslichkeit problemlos fortgesetzt werden, insbesondere nach HSZT, wenn Fitnessstudiobesuche aufgrund des damit einhergehenden Infektionsrisikos zunächst vermieden werden sollten. [74]

Im Vergleich der klassischen Physiotherapiegruppe mit der Nintendo Wii® Gruppe war in beiden Gruppen ein Griffkraftverlust und somit ein Muskelkraftverlust nach HSZT nachweisbar. Dieser trat in der klassischen Physiotherapiegruppe etwas später ein als in der Nintendo Wii® Gruppe. Die Patienten der Nintendo Wii® Gruppe erzielten zum

Ausgangszeitpunkt im Durchschnitt 42,8 kg. Dieser Wert war im Vergleich zu der Griffkraft der Physiotherapiegruppe und verglichen mit den weiteren Messzeitpunkten signifikant höher ( $p = 0,045$ ). Nach HSZT konnte das Ausgangsniveau der Griffkraft nicht mehr erreicht werden. Der initiale Unterschied zwischen Nintendo Wii®- und der Physiotherapiegruppe ist vermutlich durch den höheren Anteil männlicher Patienten in der Nintendo Wii® Gruppe bedingt.

In einer retrospektiven Studie über die physische Leistungsfähigkeit von 125 Männern und Frauen nach HSZT zeigten sich in der Griffkraftmessung bei Männern signifikant höhere Absolutwerte. Im zeitlichen Verlauf wurde bei Männern im Vergleich zu den Frauen eine signifikant stärkere Abnahme der Griffkraft beobachtet. [96] Dies deckt sich mit den Ergebnissen von Wiskemann et al., dort verzeichneten ebenfalls leistungsstärkere Patienten einen signifikant größeren Leistungsverlust. [78] Dagegen bestand im 6-MWT weder in den Absolutwerten noch im prozentualen Leistungsverlust im Verlauf einer HSZT ein Geschlechterunterschied. [96]

Die Ergebnisse der Griffkraftmessung decken sich mit den in der Literatur beschriebenen Muskelkraftverlusten nach HSZT. [86, 92] Dies unterstreicht die Bedeutung von körperlicher Aktivität im Verlauf der HSZT sowohl mit klassischer Physiotherapie als auch mit Hilfe der Nintendo Wii® zur Vermeidung eines weiteren Verlustes an Muskelkraft.

### **Funktioneller Status nach HSZT**

Im Gegensatz zur klassischen Physiotherapie gaben die Nintendo Wii®-Patienten eine Steigerung ihrer körperlichen Aktivität im HAP-Fragebogen an. Der HAP-Fragebogen wurde für Patienten nach allogener HSZT validiert und dient der Messung der funktionellen Aktivität der Patienten. [67] In der vorliegenden Studie war 100 Tage nach allogener HSZT ein Abfall im AAS zu beobachten, während der MAS konstant blieb. Autolog transplantierte Patienten erzielten 100 Tage nach HSZT sowohl im MAS als auch im AAS höhere Werte als zum Ausgangszeitpunkt. Die körperliche Leistungsfähigkeit regeneriert sich nach autologer HSZT schneller als nach allogener HSZT. Mögliche Gründe hierfür liegen in der kürzeren Hospitalisierungsphase autolog transplantierten Patienten sowie im Ausbleiben einer GvHD nach autologer HSZT. Eine GvHD nach allogener HSZT kann den funktionellen Status nachhaltig beeinträchtigen. Kramer et al. beobachteten dementsprechend niedrige HAP Scores bei Patienten mit akuter GvHD nach allogener HSZT. [35]

De Souza et al. fanden zum Entlassungszeitpunkt aus dem Krankenhaus einen signifikanten Abfall der HAP Scores (MAS und AAS) sowohl nach autologer als auch nach allogener HSZT. In der vorliegenden Studie zeigte sich, dass 100 Tage nach HSZT wieder deutlich höhere Werte erzielt wurden, sodass vor allem nach autologer HSZT eine vollständige Regeneration des funktionellen Status zu beobachten war. Der *HSCT adjusted AAS* zeigte einen deutlichen Unterschied zwischen autolog und allogenen transplantierten Patienten. Auch im Vergleich der Therapiegruppen erzielte die Nintendo Wii® Gruppe 100 Tage nach HSZT bessere Werte, während in der Physiotherapiegruppe die funktionelle Leistungsfähigkeit abnahm.

Ursachen für eine Reduktion des funktionellen Status können zum Beispiel Übelkeit und Erbrechen, Diarrhoe, Appetitlosigkeit oder Schlafstörungen sein. Diese Faktoren wurden vor allem in der unmittelbaren Phase nach HSZT identifiziert. [97] Es ist davon auszugehen, dass Patienten trotz erfolgreicher HSZT große Einbußen an Leistungsfähigkeit durch die Therapie hinnehmen müssen und dass diese Einschränkungen auch noch mindestens einen Monat nach HSZT bestehen. So konnten Khera et al. auch fünf Jahre nach HSZT noch funktionelle Einschränkungen und weitere Spätfolgen nachweisen. 44,8% der autolog und 79% der allogenen transplantierten Patienten klagten über mindestens eine Spätkomplikation. [98] Durch zusätzliche Studien sollen weitere Möglichkeiten zur Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit und Funktionalität mit positivem Einfluss auf die Auswirkung der HSZT untersucht und gegebenenfalls in Zukunft, ebenso wie die Fahrradergometrie, in den Klinikalltag etabliert werden.

## **6.2 Gleichgewichtsfähigkeit**

Das Sturzrisiko für Patienten nach Erhalt einer Chemotherapie ist im Allgemeinen erhöht. Huang et al. beobachteten in einer prospektiven Studie bei über 50% der Patienten während der Folgeuntersuchungen nach Chemotherapie mindestens ein Sturzereignis. [36, 99] Auch Ueki et al. ermittelten ein deutlich erhöhtes Sturzrisiko nach HSZT. [37] Ursächlich hierfür kann eine CIPN sein. Die posturale Balance kann durch multimediale, sensorbasierte Trainingsformen signifikant verbessert werden. [75, 76] Positive Effekte auf die Balancefähigkeit durch ein Training mit der Nintendo Wii® wurden in verschiedenen Patientengruppen nachgewiesen. So konnten Bang et al. zeigen, dass Patienten nach einem Schlaganfall durch ein regelmäßiges Training an

der Nintendo Wii®, vor allem aufgrund des visuellen Feedbacks hinsichtlich der Schwerpunktverlagerung, profitierten. [89] Auch bei Patienten mit Multipler Sklerose verbesserte sich die Balancefähigkeit mit Hilfe der Nintendo Wii® verglichen mit einer Kontrollgruppe ohne Balancetraining. [100] In Tabelle 12 sind häufige Risikofaktoren für Stürze aufgeführt.

**Tabelle 12: Risikofaktoren für Stürze** (modifiziert nach Rubenstein und Josephson [101])

| Risikofaktoren                            | mittleres RR-OR |
|---|-----------------|
| <b>Schwäche der unteren Extremitäten</b>  | 4.4             |
| <b>Stürze in der Anamnese</b>             | 3.0             |
| <b>Gangstörungen</b>                      | 2.9             |
| <b>Balancedefizite</b>                    | 2.9             |
| <b>Gebrauch von Unterstutzungsmitteln</b> | 2.6             |
| <b>Sehstörungen</b>                       | 2.5             |
| <b>Arthritis</b>                          | 2.4             |
| <b>Eingeschränkte Alltagsaktivität</b>    | 2.3             |
| <b>Depression</b>                         | 2.2             |
| <b>Kognitive Einschränkungen</b>          | 1.8             |
| <b>Alter &gt; 80 Jahre</b>                | 1.7             |

Relatives Risiko (RR), Odds ratio (OR)

Das Training mit der Nintendo Wii® kann der Reduktion von Risikofaktoren dienen, insbesondere Balancedefizite und muskuläre Schwächen der unteren Extremitäten können durch ein Training an der Nintendo Wii® entgegengewirkt werden. Sowohl Kim et al. als auch Siriphorn et al. konnten eine Kräftigung der Muskeln der unteren Extremitäten durch ein Balancetraining mit der Nintendo Wii® nachweisen. [102, 103] Die Balancefähigkeit lässt sich insbesondere mit Hilfe des *Wii Balance Bordes™* verbessern. [103] So konnten Montero-Alía et al. eine Verbesserung der Balance sowie eine Reduktion der Sturzrate bei geriatrischen Patienten nach Training mit der Nintendo Wii® nachweisen. [57] Auch Fu et al. zeigten, dass durch ein Training mit dem *Wii Balance Board™* die Balance effektiver verbessert werden konnte als durch herkömmliche Methoden. [104]

In dieser Studie wurden durch den *Berg Balance Scale* kaum Unterschiede der Balance im Verlauf einer HSZT detektiert. Der *Berg Balance Scale* wurde ursprünglich zur Erfassung der Balance bei älteren Patienten entwickelt. [62] Die einheitlichen Ergebnisse des *Berg Balance Scale* in dieser Studie können zum einen tatsächlich gleichbleibende Balance repräsentieren, zum anderen besteht die Möglichkeit, dass der *Berg Balance Scale* für die untersuchte Patientengruppe nicht sensitiv genug die Balancefähigkeit testet. Für zukünftige Studien in ähnlichen Patientengruppen sollten weitere Balancetests erprobt werden. Der *Berg Balance Scale* als ordinalskaliertes Test eignet sich gut zur Detektion des Sturzrisikos. [68] Whitney et al. empfehlen zur Detektion eines Balanceunterschiedes im zeitlichen Verlauf die Anwendung von zeiterfassenden Tests wie zum Beispiel den „*Time up and go-test*“ [69], den „*Physical Performance Test*“ [70] oder die Anwendung von Verhältnismessungen, zum Beispiel mit dem „*Functional Reach Test*“. [68, 71] Auch wenn in dieser Studie keine Balancedefizite detektiert wurden, sind sicherlich positive Effekte auf die Balancefähigkeit durch ein regelmäßiges Training mit der Nintendo Wii® zu erwarten. Die Nintendo Wii®, vor allem unter Einbeziehung des *Wii Balance Boards™*, bietet hierfür ein großes Angebot an Balance fördernden Spielen und Aktivitäten.

### 6.3 Fatigue

Fatigue als tumorassoziiertes Symptom mit der höchsten Prävalenz [13] hat einen großen Einfluss auf die Lebensqualität der Patienten. [15] Ein auslösender Faktor der multifaktoriellen Fatigue ist der damit einhergehende Leistungsverlust. [12] Dabei besteht eine Wechselbeziehung zwischen körperlicher Inaktivität und der Fatigue. [40] Körperliche Aktivität wirkt sich nicht nur positiv auf die körperliche Leistungsfähigkeit aus, sondern kann auch das Ausmaß der Fatigue reduzieren. [4, 19] Richtlinien zur Behandlung der krebsassoziierten Fatigue benennen explizit die Bekämpfung des Fatigue auslösenden Faktors „Verlust der körperlichen Leistungsfähigkeit“ als Therapieansatz zur Behandlung von Fatigue. [17]

In einer Studie bei HSZT Patienten, die ein Krafttraining während des stationären Aufenthaltes bis sechs Wochen nach Entlassung absolvierten, konnten Hacker et al. signifikant niedrigere Fatiguewerte während des Krankenhausaufenthaltes und nach der Entlassung im Vergleich zu einer Kontrollgruppe nachweisen. [74]

In der vorliegenden Studie wurden der BFI und der MFIS Fragebogen zur Erfassung der Fatigue herangezogen. Sowohl im BFI als auch im MFIS Fragebogen wurden 14 und 30 Tage nach HSZT die höchsten Fatigewerte gemessen. Dies traf sowohl für Patienten der autologen als auch der allogenen Transplantationsgruppe zu, wobei allogene transplantierte Patienten noch 100 Tage nach HSZT etwas höhere Fatigewerte hatten als autolog transplantierte Patienten. Als Ursache hierfür kommen die Konditionierungsregime bei allogener Transplantation, der Einsatz von Immunsuppressiva und das Auftreten einer GvHD in Frage. In dieser Studie traten innerhalb der ersten 100 Tage nach allogener HSZT bei sieben Patienten Anzeichen einer GvHD auf, sodass hieraus die höheren Fatigewerte der allogenen Gruppe zum Zeitpunkt T3 resultieren könnten. Diese Beobachtungen decken sich mit den Ergebnissen von Kramer et al., die eine stärkere Fatigue bei denjenigen Patienten beobachteten, die an einer GvHD litten. [80] Sowohl bei autolog als auch bei allogenen transplantierten Patienten traten die höchsten Fatigewerte in der physischen Subskala des MFIS-Fragebogens auf. Hieraus lässt sich schließen, dass die Einschränkung der körperlichen Leistungsfähigkeit maßgeblichen Einfluss auf das Ausmaß der Fatigue nimmt. Gleichzeitig bietet die eingeschränkte körperliche Leistungsfähigkeit einen therapeutischen Ansatzpunkt zur Reduktion der Fatigue. Während einige Studien keinen signifikanten Einfluss von körperlicher Leistungsfähigkeit beziehungsweise körperlichem Training auf Fatigue feststellen konnten [18, 105], zeigten Baumann et al., dass durch ein zusätzliches Mobilisierungsprogramm nach HSZT signifikant niedrigere Fatigewerte erreicht werden konnten als durch Standardphysiotherapie. [72] Auch Wiskemann et al. stellten deutliche Verbesserungen der Fatigewerte durch ein körperliches Trainingsprogramm im Rahmen einer allogenen HSZT im Vergleich zu einer Kontrollgruppe ohne Training fest. [106] Bestätigt werden diese Ergebnisse durch größere Metaanalysen bezüglich krebsassoziiertes Fatigue. Hierbei ergab sich eine signifikante Fatiguereduktion durch körperliche Betätigung bei Krebspatienten. [107, 108]

Als weiterer Fatigue begünstigender Faktor kommt die längere Hospitalisierungszeit, vor allem nach allogener HSZT, in Frage. Studien über die Auswirkung der Hospitalisierungszeit auf die Ausbildung von Fatigue fehlen.

In der vorliegenden Studie wurde geprüft, inwieweit ein multimediales, sensorbasiertes Training Einfluss auf die Fatigue nach HSZT ausüben kann. In beiden Gruppen kam es im Verlauf nach HSZT zu einem Anstieg der Fatigewerte. Wurden zu T1 noch niedrige

Fatigewerte gemessen, waren vor allem während der Hospitalisierungszeit, mittlere bis hohe Fatiguescores nachzuweisen. Sowohl im BFI als auch in der physischen Subskala des MFIS trat in der klassischen Physiotherapiegruppe ein signifikanter Fatigueanstieg auf. Der im Vergleich geringere Anstieg in der Nintendo Wii® Gruppe war nicht signifikant. Ähnliche Ergebnisse über die wirksame Verminderung von Fatigue bei Krebspatienten wurden auch durch ein multimediales Training an der Xbox Kinetic® erzielt. Die Patienten erhielten 20 Einheiten eines multimedialen Trainings während oder nach einem Chemotherapiezyklus. Diese Patienten hatten nicht nur niedrigere Fatigewerte als die Kontrollgruppe, auch die isometrische Muskelkraft der unteren Extremität konnte signifikant gesteigert werden. [109]

In einer Metaanalyse der Effekte eines Trainings an der Nintendo Wii® bei älteren Patienten konnten ebenfalls Hinweise auf positive Einflüsse auf die körperliche Leistungsfähigkeit und die Lebensqualität nachgewiesen werden. In mehreren Studien zur Untersuchung des Einflusses eines multimedialen, sensorbasierten Trainings an der Nintendo Wii® auf Fatigue bei Lungenkrebs-, SLE- und Dialysepatienten konnte eine Reduktion von Fatigue festgestellt werden. [20, 21, 22] Der Vorteil des Trainings mit der Nintendo Wii® war, neben der körperlichen Aktivität, die von 63,2% der Patienten „immer“ erfahrene Ablenkung vom Klinikalltag. In einer von Baliouis et al. durchgeführten Studie bei stammzelltransplantierten Patienten führte die negative Wahrnehmung der HSZT sowie eine schlechte Krankheitsbewältigung zu einer größeren psychologischen Belastung nach der HSZT. Sie empfehlen eine Unterstützung bei der Krankheitsbewältigung zur Reduktion der therapieassoziierten Belastung. [110] Das Training an der Nintendo Wii® kann hier einen weiteren Beitrag zur Behandlung eines Fatigue auslösenden Faktors leisten. Durch das Training an der Nintendo Wii® wurden die Patienten vom Klinikalltag abgelenkt. Wie in Abschnitt 4.10 der Arbeit gezeigt, berichtete die Mehrheit der Patienten, Spaß und Freude an der Bewegung zu haben.

In der vorliegenden Studie erfolgte erstmals die Untersuchung der Fatigue bei HSZT Patienten, die ein multimediales, sensorbasiertes Trainingsprogramm absolvierten. Das Training an der Nintendo Wii® erwies sich gegenüber der klassischen Physiotherapie mindestens als gleichwertig. In beiden Gruppen trat vor allem 14 und 30 Tage nach HSZT eine ausgeprägte Fatiguesymptomatik auf. Die hohen Fatigewerte zu diesen Zeitpunkten sind unter anderem auf die chemotherapiebedingten somatischen Nebenwirkungen, wie zum Beispiel Leukozytopenie und Anämie aber auch auf Ängste

und Unsicherheiten der Patienten in Bezug auf das intensive Therapiekonzept zurückzuführen. Oft besteht für die Patienten die einzige Chance auf Heilung in der Durchführung einer HSZT, sodass sich mit den damit verbundenen Hoffnungen auch Ängste ergeben, wenn der gewünschte Therapieerfolg ausbleiben sollte. Insbesondere Patienten der klassischen Physiotherapiegruppe wiesen 14 Tage nach HSZT im BFI Fragebogen sowie in der physischen Subskala des MFIS eine signifikante Zunahme der Fatigue auf. Dieser signifikante Anstieg blieb in der Nintendo Wii® Gruppe aus. Diese Ergebnisse decken sich mit den Ergebnissen einer Metaanalyse durch Chao et al. [111] Hier konnte in 22 Studien, in denen ein Training an der Nintendo Wii® durchgeführt wurde, eine Verbesserung der körperlichen Funktion nachgewiesen werden. Weitere Fatigue begünstigende Faktoren, wie eine Reduktion von Depression und eine Verbesserung der Lebensqualität, wurden durch das Spielen an der Nintendo Wii® positiv beeinflusst.

Daten zum Auftreten von Schmerz, Angst, Depression und Lebensqualität wurden an dem Rostocker Patientenkollektiv dieser Studie ebenfalls erhoben. Diese werden in einer separaten Arbeit analysiert. Die wichtigsten Ergebnisse aus beiden Analysen wurden unlängst publiziert. [112]

#### **6.4 Habituation und Dishabituation**

Der Habituationstest diente der Untersuchung von Habituation und Dishabituation im Verlauf einer HSZT. Habituation umschreibt eine Gewöhnung an einen wiederkehrenden Reiz, Dishabituation eine Reizantwort auf einen solchen. Es besteht die Vermutung, dass bei chronischen Erkrankungen eine gesteigerte Reizoffenheit im Sinne einer gesteigerten neuronalen Plastizität auftritt. Diese könnte durch die Krankheitsdauer und die Schwere der Erkrankung verstärkt werden [113]. Bezüglich der Reaktion der Patienten auf externe Reize konnten im Rahmen dieser Studie keine signifikanten Unterschiede innerhalb der einzelnen Gruppen detektiert werden. In der allogenen Transplantationsgruppe zeigte sich eine Tendenz zur Dishabituation im Laufe der Behandlung mit dem höchsten Wert 100 Tage nach Transplantation. Dies könnte auf eine kontinuierliche Reizverstärkung durch wiederholte Aufklärung über Verhaltensregeln, wie zum Beispiel keimarme Ernährung, Meidung von Menschenansammlungen, UV-Einstrahlung, Staub- und Schmutzexposition, oder ein erhöhtes Infektionsrisiko zurückzuführen sein. Allogen transplantierte Patienten sind

aufgrund der Immunsuppression besonders infektionsgefährdet. Die HSZT ist mit einer transplantationsassoziierten Morbidität und Mortalität verbunden, ohne das eine Heilung garantiert werden kann, sodass Zukunfts- bis hin zu Überlebensängsten eine verstärkte Reizwahrnehmung begünstigen können. Die Habituation und Dishabituation bei Patienten nach HSZT wurden bisher nicht untersucht und stellen deshalb eine weitere Besonderheit der vorgelegten Arbeit dar. Interessanterweise fand sich eine Korrelation zwischen der Reizoffenheit und dem Ausmaß der Fatigue. Dies bestätigte sich sowohl in der Korrelationsanalyse des Habituationstests sowohl mit dem BFI Gesamtscore als auch mit dem MFIS Gesamtscore. Dies stärkt die Hypothese, dass ein Zusammenhang zwischen dem Ausmaß beziehungsweise dem erlebten Ausmaß der Erkrankung in Form der Fatigue und einer gesteigerten Reizoffenheit besteht. Hieran können künftige Studien anschließen, um weitere Erkenntnisse in diesem Bereich zu erlangen. Ein Zusammenhang zwischen Reizoffenheit und der Krankenhausaufenthaltsdauer konnte innerhalb dieser Studie nicht beobachtet werden. Wobei die Krankenhausaufenthaltsdauer bei hämatologischen Grunderkrankungen meist nicht die eigentliche Krankheitsdauer widerspiegelt, da es sich häufig um chronische beziehungsweise rezidivierende Ereignisse handelt.

### **6.5 Durchführbarkeit und Akzeptanz der multimedialen, sensorbasierten Trainingsform und Motivation**

Der Nintendo Wii®- und Physiotherapie Fragebogen diente der Erfassung von qualitativen Daten über die Nutzung und Zufriedenheit mit der angebotenen Trainingsform. Der Großteil der Patienten war, unabhängig von der Mobilisationsgruppe, mit dem angebotenen Training zufrieden. Obwohl die Patienten keine oder nur wenig Erfahrung im Umgang mit der Nintendo Wii® hatten, war der Umgang mit der Konsole für die Mehrheit der Patienten einfach erlernbar. Patienten, die mit dem Training der Nintendo Wii® eher unzufrieden waren, hatten vor allem Schwierigkeiten mit der Handhabung der technischen Geräte. Insbesondere Patienten, die im Umgang mit Computern wenig vertraut oder unerfahren waren, bedurften einer längeren Eingewöhnungszeit. Diese Patienten berichteten über Probleme mit der Anpassung an die durch die „Maschine“ vorgegebenen Abläufe. Dies betraf allerdings nur einen kleinen Anteil der Patienten. Für die Mehrheit der Patienten (89,5%) stellte das Training an der Nintendo Wii® eine gute Alternative zur klassischen Physiotherapie

dar. Eine individuelle Anpassung ist in der Interaktion zwischen Patient und Physiotherapeut einfacher zu gewährleisten. Auch für das Training an der Nintendo Wii® war eine physiotherapeutische Anleitung notwendig, um eine sichere und richtige Durchführung der Bewegungsabläufe zu gewährleisten. Eine physiotherapeutische Supervision des Trainings mit der Nintendo Wii® zur Sicherung der korrekten Nutzung wird auch von weiteren Arbeitsgruppen empfohlen. [91]

Die Umsetzbarkeit eines Nintendo Wii® Trainings bei älteren Patienten wurde in mehreren Studien nachgewiesen. [57, 114, 115] Ältere Patienten übten im Rahmen der durchgeführten Studie das Training an der Konsole angesichts der „ungewohnten Reize“ mit Begeisterung aus. Außerdem konnten diese Patienten ihr Selbstbewusstsein stärken, nachdem sie durch die Krankheit oft das Gefühl hatten, vor allem fremde Hilfe zu beanspruchen. Das Erlernen der Übungen auf der Nintendo Wii® gab ihnen ein Gefühl der Selbstständigkeit und zeigte auf, wozu der Körper trotz Erkrankung noch fähig ist. Auch jüngeren Patienten bot das Training mit der Nintendo Wii® eine Abwechslung und Ablenkung vom Klinikalltag. Durch das Spielen an der Konsole wird im Krankenhaus eine Umgebung geschaffen, welche mit einem häuslichen Umfeld vergleichbar ist. Durch die Multiplayerfunktion (Spielen mit zwei oder mehr Spielern) konnten Angehörige in das Training eingebunden werden. Hierdurch wurde eine alltägliche Situation geschaffen, die eine Fixation auf das Kranksein im Rahmen der Besuche von Angehörigen umging. Die Stimmung kann so aufgelockert werden und es ergeben sich Gesprächsthemen jenseits der Krankengeschichte und des Befindens. Dies empfanden viele Patienten als hilfreich beim Pflegen sozialer Kontakte.

Die Nintendo Wii® ermöglicht das Absolvieren eines Bowlingspiels oder einer Tennispartie, welches sonst im Krankenhaus nicht möglich wäre. Die Patienten hatten neben dem Training auch Spaß am Spielen, was eine hohe Motivation zur Bewegung zur Folge hatte. Eine hohe Akzeptanz der Nintendo Wii® bei hospitalisierten Krebspatienten wurde auch in der Studie von Jahn et al beobachtet. Die Patienten waren durch das Training zur Bewegungstherapie motiviert. Die Patienten verloren ihr Zeitgefühl, waren vom Krankenhausalltag abgelenkt und bei einem Großteil der Patienten trat nach dem Exergaming eine Verbesserung der Stimmung auf. [54]

Tsuda et al. konnten zeigen, dass ein Training mit der Nintendo Wii® bei Patienten mit hämatologischen Grunderkrankungen durchführbar ist und dass eine hohe Therapietreue erreicht werden kann. [56]

Gründe für das Nichtteilnehmen an der Mobilisationstherapie waren vor allem Fieber, reduzierter Allgemeinzustand und verordnete Bettruhe bei Zustand nach Sturz. Patienten der klassischen Physiotherapiegruppe waren mehrheitlich mit dem Training zufrieden, 42,1% der Patienten wünschten sich dennoch ein ergänzendes Training mit der Nintendo Wii®. Lediglich 10,5% der Patienten konnten sich dies nicht vorstellen. Vorteile der klassischen Physiotherapie bestehen hinsichtlich der besseren Anpassung an das individuelle Leistungsniveau des Patienten. Vor allem für Patienten mit koordinativen Defiziten war die klassische Physiotherapie besser geeignet, weil keine längere Eingewöhnung nötig war und die Übungsintensität individuell durch den Physiotherapeuten angepasst werden konnte.

Zusammenfassend war das Training an der Nintendo Wii® unabhängig vom Alter der transplantierten Patienten eine gute Alternative zur klassischen Physiotherapie. Das Training konnte sicher und komplikationslos nach HSZT angewandt und die Vorteile der Nintendo Wii® effektiv genutzt werden. Insbesondere der flexible Einsatz auf Stationsebene ist ein großer Vorteil zur Gestaltung eines abwechslungsreichen und sicheren Trainingsprogrammes für HSZT Patienten. Die geringen Anschaffungskosten und der Einsatz einer Konsole für mehrere Patienten ist ein großer Vorteil der Nintendo Wii®. Nichtsdestotrotz sollte eine physiotherapeutische Supervision für den richtigen Umgang und sicheren Bewegungsablauf erfolgen, sodass der Physiotherapeut nicht zu ersetzen ist. Da die Nintendo Wii® nachweislich die Anzahl an zusätzlicher freiwilliger Trainingszeit steigern kann, insbesondere durch die Interaktion mehrerer Spieler (zum Beispiel Angehörige), ist ein ergänzender Einsatz des Exergamings nach physiotherapeutischer Einweisung ein sinnvolles Konzept zur Optimierung der Mobilisation bei HSZT Patienten, vor allem vor dem Hintergrund der zunehmenden Digitalisierung und steigender Präsenz virtueller Realitäten in zukünftigen Generationen. Bei der Nintendo Wii® werden die Bewegungsabläufe über Controller erfasst. Eine weitere Optimierung des Exergamings könnte durch eine Weiterentwicklung erzielt werden, bei der die Bewegungsabläufe kameragestützt von mehreren Messpunkten erfasst werden, sodass eine Steuerung durch Gesten ermöglicht wird. Dieses Prinzip kommt bereits bei der Pixformance® zur Anwendung. Auf der Grundlage der Messergebnisse erhält der Patient auch Informationen darüber, mit welcher Präzision die Bewegungen ausgeführt werden und wie sie verbessert werden können. Im Gegensatz zur Nintendo Wii® fehlt jedoch der spielerische

Charakter der Bewegungsvermittlung, sodass die Kombination von beiden Systemen eine sinnvolle Weiterentwicklung darstellen könnte.

## 7 Zusammenfassung

Die HSZT geht häufig mit einer Verminderung der körperlichen Leistungsfähigkeit einher. Durch körperliches Training kann dem Abbau von Muskelmasse und dem damit einhergehenden Verlust an Leistungsfähigkeit entgegengewirkt werden. In dieser prospektiven, randomisierten Studie wurde ein multimediales, sensorbasiertes Training mit der Nintendo Wii® (n = 20) im Vergleich zur klassischen Physiotherapie (n = 29) hinsichtlich körperlicher Leistungsfähigkeit, Balance und Fatigue untersucht. Beide Gruppen erhielten ein körperliches Training während des stationären Aufenthaltes nach autologer oder allogener HSZT. Außerdem wurden die Ergebnisse der autologen und allogenen transplantierten Patienten einander gegenübergestellt. Die Evaluation der körperlichen Leistungsfähigkeit erfolgte zur stationären Aufnahme (T1), 14 Tage (T2) und 30 Tage (T3) nach HSZT und wurde mittels Fahrradergometrie, 2-MWT, Umfangsmessung und *Grip Test* erfasst. Außerdem wurden Daten zur Gleichgewichtsfähigkeit mit Hilfe des *Berg Balance Scales* erhoben. Die Patienten beantworteten zusätzlich den MFIS, BFI, den HAP (nur zu T1 und T4) und den Habituationstest-Fragebogen zur Erfassung des funktionellen Status und der Fatigue. Die Fragebögen wurden zudem 100 Tage nach HSZT (T4) von den Patienten beantwortet. Außerdem erfolgte eine qualitative Datenerhebung zur Zufriedenheit und Durchführbarkeit der absolvierten Bewegungstherapie.

Es zeigte sich, dass sowohl bei Patienten nach autologer als auch nach allogener HSZT körperliche Leistungsverluste trotz physiotherapeutischer Maßnahmen eintraten. Diese Leistungsverluste bestanden vor allem zwei Wochen nach HSZT. Während sich die körperliche Leistungsfähigkeit bei Patienten nach autologer HSZT 30 Tage nach HSZT weitestgehend regeneriert hatte, persistierten die Leistungseinschränkungen in der allogenen Patientengruppe. Hinsichtlich der Fatigue waren vor allem 14 und 30 Tage nach autologer oder allogener HSZT erhöhte Werte zu beobachten. Diese waren 100 Tage nach HSZT im Vergleich zum Ausgangszeitpunkt nicht mehr signifikant erhöht. In der Auswertung der Leistungstests zeigten sich in der klassischen Physiotherapiegruppe ähnliche Ergebnisse wie in der Nintendo Wii® Gruppe. Im 2-MWT und in der Fahrradergometrie traten in beiden Gruppen zum Zeitpunkt T2 signifikante Leistungsverluste auf, die sich zu T3 wieder rückläufig zeigten. Im *Grip Test* trat in der Nintendo Wii® Gruppe zum Zeitpunkt T2 ein nicht signifikanter Kraftverlust auf, in der klassischen Physiotherapiegruppe erst 30 Tage nach HSZT. In der

Balancetestung mittels *Berg Balance Scale* waren keine Gruppenunterschiede nachweisbar. Im BFI Gesamtscore lagen die Fatiguewerte in beiden Gruppen sowohl 14 als auch 30 Tage nach HSZT im mittleren Fatiguebereich. Der Anstieg der Fatiguewerte war in der Physiotherapiegruppe zum Zeitpunkt T2 im Vergleich zum Ausgangszeitpunkt signifikant. In der Physiotherapiegruppe waren im Vergleich zur Nintendo Wii® Gruppe besonders in der physischen Subskala des MFIS signifikant höhere Werte nachweisbar.

Hinsichtlich des Effektes auf die körperliche Leistungsfähigkeit und die Auswirkungen auf die Fatigue zeigte sich das Training an der Nintendo Wii® innerhalb dieser Studie gegenüber der klassischen Physiotherapie als gleichwertig. Physiotherapeutisches Training sollte während des stationären Aufenthaltes regelmäßig erfolgen, um den körperlichen Leistungseinschränkungen entgegenzuwirken und stärkere Leistungsverluste zu verhindern. Diese Studie zeigt den körperlichen Leistungsverlust und das Ausmaß der Fatigue von Patienten nach autologer und allogener HSZT auf und unterstreicht die Notwendigkeit der Durchführung physiotherapeutischer Maßnahmen im Rahmen des stationären Aufenthaltes in der Frühphase nach HSZT. Ein multimediales sensorbasiertes Training mit der Nintendo Wii® war bei Patienten nach HSZT umsetzbar und ist hinsichtlich des Einflusses auf die körperliche Leistungsfähigkeit der klassischen Physiotherapie gleichwertig. Das Training an der Nintendo Wii® wurde von den Patienten als vollwertige Alternative zur klassischen Physiotherapie akzeptiert. 89,5% der Patienten gaben an, das Training mit der Nintendo Wii® sei für sie eine gute Alternative zur klassischen Physiotherapie. Die Vorteile der Nintendo Wii® waren vor allem der flexible Einsatz auf Stationsebene, das abwechslungsreiche Angebot an Übungen, die Ablenkung vom Klinikalltag, die niedrigen Anschaffungskosten, sowie die Motivation der Patienten zur freiwilligen zusätzlichen körperlichen Betätigung. Zur Optimierung der Mobilisationstherapie von HSZT Patienten kann ein Training an der Nintendo Wii® zusätzlich zur Physiotherapie angeboten und sicher durchgeführt werden.

## 8 Literaturverzeichnis

1. Baldomero H, Gratwohl M, Gratwohl A, Tichelli A, Niederwieser D, Madrigal A, Frauendorfer K. The EBMT activity survey 2009: trends over the past 5 years. *Bone Marrow Transplant.* 2011;46:485–501.
2. Majhail NS, Tao L, Bredeson C, Davies S, Dehn J, Gajewski JL, et al. Prevalence of hematopoietic cell transplant survivors in the United States. *Biol Blood Marrow Transplant.* 2013;19:1498–501.
3. Hilgendorf I, Greinix H, Halter JP, Lawitschka A, Bertz H, Wolff D. Long-term follow-up after allogeneic stem cell transplantation. *Dtsch Arztebl Int.* 2015;112:51–8.
4. Courneya KS, Keats MR, Turner AR. Physical exercise and quality of life in cancer patients following high dose chemotherapy and autologous bone marrow transplantation. *Psychooncology.* 2000;9:127–36.
5. Dimeo F, Schwartz S, Fietz T, Wanjura T, Böning D, Thiel E. Effects of endurance training on the physical performance of patients with hematological malignancies during chemotherapy. *Support Care Cancer.* 2003;11:623–8.
6. Arslan O, Moog R. Mobilization of peripheral blood stem cells. *Transfus Apher Sci.* 2007;37:179–85.
7. Deutsches Register für Stammzelltransplantationen. DRST-Jahresbericht 2015. 2016. <http://www.drst.de/download/jb2015.pdf>. Accessed 7 Nov 2017.
8. Kröger N. Allogene Stammzelltherapie: Grundlagen, Indikationen und Perspektiven. 3rd ed. Bremen [u.a.]: UNI-MED-Verl.; 2011:18-39.
9. Anforderungen an die Hygiene bei der medizinischen Versorgung von immunsupprimierten Patienten. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (RKI). *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz.* 2010;53:357–88.
10. Appelbaum FR, Forman SJ, Negrin RS, Antin JH, Cutler C. Thomas' hematopoietic cell transplantation: Manifestion and Treatment of Acute Graft-versus-Host Disease.

11. Wolff D, Gerbitz A, Ayuk F, Kiani A, Hildebrandt GC, Vogelsang GB, et al. Consensus conference on clinical practice in chronic graft-versus-host disease (GVHD): first-line and topical treatment of chronic GVHD. *Biol Blood Marrow Transplant.* 2010;16:1611–28.
12. Cella D. Quality of life in cancer patients experiencing fatigue and anemia. *Anemia Oncol.* 1998;2–4.
13. Wagner LI, Cella D. Fatigue and cancer: causes, prevalence and treatment approaches. *British Journal of Cancer.* 2004;91:822–8.
14. Dirou S, Chambellan A, Chevallier P, Germaud P, Lamirault G, Gourraud P-A, et al. Deconditioning, fatigue and impaired quality of life in long-term survivors after allogeneic hematopoietic stem cell transplantation. *Bone Marrow Transplant.* 2017.
15. Vogelzang NJ, Breitbart W, Cella D, Curt GA, Groopman JE, Horning SJ, et al. Patient, caregiver, and oncologist perceptions of cancer-related fatigue: results of a tripart assessment survey. The Fatigue Coalition. *Semin Hematol.* 1997;34:4–12.
16. Curt GA. Impact of Cancer-Related Fatigue on the Lives of Patients: New Findings From the Fatigue Coalition. *The Oncologist.* 2000;5:353–60.
17. Mock V, Atkinson A, Barsevick A, Cella D, Cimprich B, Cleeland C, et al. NCCN Practice Guidelines for Cancer-Related Fatigue. *Oncology (Williston Park, N Y ).* 2000;14:151–61.
18. Dimeo F, Stieglitz RD, Novelli-Fischer U, Fetscher S, Mertelsmann R, Keul J. Correlation between physical performance and fatigue in cancer patients. *Ann. Oncol.* 1997;8:1251–5.
19. Mock V, Dow KH, Meares CJ, Grimm PM, Dienemann JA, Haisfield-Wolfe ME, et al. Effects of exercise on fatigue, physical functioning, and emotional distress during radiation therapy for breast cancer. *Oncol Nurs Forum.* 1997;24:991–1000.
20. Hoffman AJ, Brintnall RA, Brown JK, Eye A von, Jones LW, Alderink G, et al. Virtual reality bringing a new reality to postthoracotomy lung cancer patients via a home-based exercise intervention targeting fatigue while undergoing adjuvant treatment. *Cancer Nurs.* 2014;37:23–33.

21. Yuen HK, Holthaus K, Kamen DL, Sword DO, Breland HL. Using Wii Fit to reduce fatigue among African American women with systemic lupus erythematosus: a pilot study. *Lupus*. 2011;20:1293–9.
22. Cho H, Sohng K-Y. The effect of a virtual reality exercise program on physical fitness, body composition, and fatigue in hemodialysis patients. *J Phys Ther Sci*. 2014;26:1661–5. doi:10.1589/jpts.26.1661.
23. Mark DB, Lauer MS. Exercise capacity: the prognostic variable that doesn't get enough respect. *Circulation*. 2003;108:1534–6.
24. Pescatello LS. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 9th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health; 2014.
25. Delbrück H. Körperliche Aktivität und Tumorkrankheiten. *Internist (Berl)*. 2012;53:688–97.
26. Samitz G, Egger M, Zwahlen M. Domains of physical activity and all-cause mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies. *Int J Epidemiol*. 2011;40:1382–400.
27. Löllgen H, Löllgen D. Risikoreduktion kardiovaskulärer Erkrankungen durch körperliche Aktivität. *Internist (Berl)*. 2012;53:20–9.
28. Nocon M, Hiemann T, Müller-Riemenschneider F, Thalau F, Roll S, Willich SN. Association of physical activity with all-cause and cardiovascular mortality: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2008;15:239–46.
29. Sofi F, Capalbo A, Cesari F, Abbate R, Gensini GF. Physical activity during leisure time and primary prevention of coronary heart disease: an updated meta-analysis of cohort studies. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*. 2008;15:247–57.
30. Löllgen H, Leyk D. Prävention durch Bewegung. Bedeutung der körperlichen Leistungsfähigkeit. *Internist (Berl)*. 2012;53:663–70.
31. Erikssen G, Liestøl K, Bjørnholt J, Thaulow E, Sandvik L, Erikssen J. Changes in physical fitness and changes in mortality. *Lancet*. 1998;352:759–62.
32. Haskell WL, Lee I-M, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the

American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:1423–34.

33. Haskell WL, Blair SN, Hill JO. Physical activity: health outcomes and importance for public health policy. *Prev Med.* 2009;49:280–2.

34. Elter T, Stipanov M, Heuser E, Bergwelt-Baildon M von, Bloch W, Hallek M, Baumann F. Is physical exercise possible in patients with critical cytopenia undergoing intensive chemotherapy for acute leukaemia or aggressive lymphoma? *Int J Hematol.* 2009;90:199–204.

35. Kramer M, Heussner P, Herzberg PY, Andree H, Hilgendorf I, Leithaeuser M, et al. Validation of the grip test and human activity profile for evaluation of physical performance during the intermediate phase after allogeneic hematopoietic stem cell transplantation. *Support Care Cancer.* 2013;21:1121–9.

36. Morishita S, Kaida K, Aoki O, Yamauchi S, Wakasugi T, Ikegame K, et al. Balance function in patients who had undergone allogeneic hematopoietic stem cell transplantation. *Gait Posture.* 2015;42:406–8.

37. Ueki S, Ikegame K, Kozawa M, Miyamoto J, Mori R, Ogawa H. Risk analysis of falls in patients undergoing allogeneic hematopoietic stem cell transplantation. *Clin J Oncol Nurs.* 2014;18:396–9.

38. Taskinen M, Saarinen UM. Skeletal muscle protein reserve after bone marrow transplantation in children. *Bone Marrow Transplant.* 1996;18:937–41.

39. Völker K. Bewegung im Alltag zur Prävention und Therapie. Fakt oder Fiktion? *Internist (Berl).* 2012;53:671–7.

40. Dimeo F, Schmittel A, Fietz T, Schwartz S, Köhler P, Böning D, Thiel E. Physical performance, depression, immune status and fatigue in patients with hematological malignancies after treatment. *Ann. Oncol.* 2004;15:1237–42.

41. van Haren IEP, Timmerman H, Potting CM, Blijlevens NMA, Staal JB, Nijhuis-van der Sanden MWG. Physical exercise for patients undergoing hematopoietic stem cell transplantation: systematic review and meta-analyses of randomized controlled trials. *Phys Ther.* 2013;93:514–28.

42. Cunningham BA, Morris G, Cheney CL, Buerger N, Aker SN, Lenssen P. Effects of resistive exercise on skeletal muscle in marrow transplant recipients receiving total parenteral nutrition. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 1986;10:558–63.
43. Dimeo F, Bertz H, Finke J, Fetscher S, Mertelsmann R, Keul J. An aerobic exercise program for patients with haematological malignancies after bone marrow transplantation. *Bone Marrow Transplant.* 1996;18:1157–60.
44. Dimeo F, Fetscher S, Winand L, Mertelsmann R, Keul J. Effects of Aerobic Exercise on the Physical Performance and Incidence of Treatment-Related Complications After High-Dose Chemotherapy. 1997.
45. Mehra S, Dadema T, Krose BJA, Visser B, Engelbert RHH, van den Helder J, Weijs PJM. Attitudes of Older Adults in a Group-Based Exercise Program Toward a Blended Intervention; A Focus-Group Study. *Front Psychol.* 2016;7:1827.
46. Hilgendorf I, Kramer M, Heussner P, Herzberg PY, Freund M, Wolff D. Impaired endurance of younger adults - is physiotherapy "out and uncool"? 5. Hilgendorf I, Kramer M, Heussner P, Herzberg PY, Freund M, Wolff D. Impaired endurance of younger adults – is physiotherapy „out and uncool“? *Onkologie* 35 (suppl. 6), 226, P747, 2012. *Onkologie.* 2012:226, P747.
47. Dos Santos, Luan Rafael Aguiar, Carregosa AA, Masruha MR, Dos Santos, Pietro Araújo, Da Silveira Coêlho, Marília Lira, Ferraz DD, Da Silva Ribeiro, Nildo Manoel. The Use of Nintendo Wii in the Rehabilitation of Poststroke Patients: A Systematic Review. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2015;24:2298–305.
48. Donath L, Rössler R, Faude O. Effects of Virtual Reality Training (Exergaming) Compared to Alternative Exercise Training and Passive Control on Standing Balance and Functional Mobility in Healthy Community-Dwelling Seniors: A Meta-Analytical Review. *Sports Med* 2016.
49. AlSaif AA, Alsenany S. Effects of interactive games on motor performance in children with spastic cerebral palsy. *J Phys Ther Sci.* 2015;27:2001–3.
50. Mat Rosly M, Mat Rosly H, Davis Oam GM, Husain R, Hasnan N. Exergaming for individuals with neurological disability: a systematic review. *Disabil Rehabil.* 2017;39:727–35.

51. Rodrigues, Gusthavo Augusto Alves, Felipe, Danilo De Souza, Silva E, De Freitas, Wagner Zeferino, Higino WP, Da Silva, Fabiano Fernandes, et al. Acute cardiovascular responses while playing virtual games simulated by Nintendo Wii(®). *J Phys Ther Sci.* 2015;27:2849–51.
52. Fung V, Ho A, Shaffer J, Chung E, Gomez M. Use of Nintendo Wii Fit™ in the rehabilitation of outpatients following total knee replacement: a preliminary randomised controlled trial. *Physiotherapy.* 2012;98:183–8.  
doi:10.1016/j.physio.2012.04.001.
53. Punt IM, Ziltener J-L, Monnin D, Allet L. Wii Fit™ exercise therapy for the rehabilitation of ankle sprains: Its effect compared with physical therapy or no functional exercises at all. *Scand J Med Sci Sports.* 2016;26:816–23.
54. Jahn P, Lakowa N, Landenberger M, Vordermark D, Stoll O. InterACTIV: an exploratory study of the use of a game console to promote physical activation of hospitalized adult patients with cancer. *Oncol Nurs Forum.* 2012;39:E84-90.
55. Rosipal NC, Mingle L, Smith J, Morris GS. Assessment of voluntary exercise behavior and active video gaming among adolescent and young adult patients during hematopoietic stem cell transplantation. *J Pediatr Oncol Nurs.* 2013;30:24–33.
56. Tsuda K, Sudo K, Goto G, Takai M, Itokawa T, Isshiki T, et al. A Feasibility Study of Virtual Reality Exercise in Elderly Patients with Hematologic Malignancies Receiving Chemotherapy. *Intern Med.* 2016;55:347–52.
57. Montero-Alía P, Muñoz-Ortiz L, Jiménez-González M, Benedicto-Pañell C, Altimir-Losada S, López-Colomer Y, et al. Study protocol of a randomized clinical trial evaluating the effectiveness of a primary care intervention using the Nintendo™ Wii console to improve balance and decrease falls in the elderly. *BMC Geriatr.* 2016;16:8.
58. Kuehl R, Scharhag-Rosenberger F, Schommer K, Schmidt ME, Dreger P, Huber G, et al. Exercise Intensity Classification in Cancer Patients Undergoing Allogeneic HCT. *Med Sci Sports Exerc.* 2015;47:889–95.
59. Trappe H-J, · Löllgen H. Leitlinien zur Ergometrie. *Zeitschrift für Kardiologie.* 2000:821–37.

60. Brooks D, Davis AM, Naglie G. The feasibility of six-minute and two-minute walk tests in in-patient geriatric rehabilitation. *Can J Aging*. 2007;26:159–62.
61. Connelly DM, Thomas BK, Cliffe SJ, Perry WM, Smith RE. Clinical utility of the 2-minute walk test for older adults living in long-term care. *Physiother Can*. 2009;61:78–87.
62. Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, Maki B. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Health*. 1992;83 Suppl 2:S7-11.
63. Conradsson M, Lundin-Olsson L, Lindelöf N, Littbrand H, Malmqvist L, Gustafson Y, Rosendahl E. Berg balance scale: intrarater test-retest reliability among older people dependent in activities of daily living and living in residential care facilities. *Phys Ther*. 2007;87:1155–63.
64. Radbruch L, Sabatowski R, Elsner F, Everts J, Mendoza T, Cleeland C. Validation of the German version of the brief fatigue inventory. *J Pain Symptom Manage*. 2003;25:449–58.
65. Häuser W, Almouhtasseb R, Muthny FA, Grandt D. Validierung der deutschen Version der Fatigue Impact Scale FIS-D. *Z Gastroenterol*. 2003;41:973–82.
66. Bastone AdC, Moreira BdS, Vieira RA, Kirkwood RN, Dias JMD, Dias RC. Validation of the Human Activity Profile Questionnaire as a Measure of Physical Activity Levels in Older Community-Dwelling Women. *Journal of Aging and Physical Activity*. 2014;22:348–56.
67. Herzberg PY, Heussner P, Mumm, Friederike H A, Horak M, Hilgendorf I, Harsdorf S von, et al. Validation of the human activity profile questionnaire in patients after allogeneic hematopoietic stem cell transplantation. *Biol Blood Marrow Transplant*. 2010;16:1707–17.
68. Whitney SL, Poole JL, Cass SP. A review of balance instruments for older adults. *Am J Occup Ther*. 1998;52:666–71.
69. Podsiadlo D, Richardson S. The Timed "Up & Go": A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*. 1991:142–8.
70. Reuben DB, Siu AL, Kimpau S. The predictive validity of self-report and performance-based measures of function and health. *J Gerontol*. 1992;47:M106-10.

71. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol.* 1990;45:M192-7.
72. Baumann FT, Zopf EM, Nykamp E, Kraut L, Schule K, Elter T, et al. Physical activity for patients undergoing an allogeneic hematopoietic stem cell transplantation: benefits of a moderate exercise intervention. *Eur J Haematol.* 2011;87:148–56.
73. Dimeo F, Schwartz S, Wesel N, Voigt A, Thiel E. Effects of an endurance and resistance exercise program on persistent cancer-related fatigue after treatment. *Ann. Oncol.* 2008;19:1495–9.
74. Hacker ED, Larson J, Kujath A, Peace D, Rondelli D, Gaston L. Strength training following hematopoietic stem cell transplantation. *Cancer Nurs.* 2011;34:238–49.
75. Cammisuli S, Cavazzi E, Baldissarro E, Leandri M. Rehabilitation of balance disturbances due to chemotherapy-induced peripheral neuropathy: a pilot study. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2016;52:479–88.
76. Schwenk M, Grewal GS, Holloway D, Muchna A, Garland L, Najafi B. Interactive Sensor-Based Balance Training in Older Cancer Patients with Chemotherapy-Induced Peripheral Neuropathy: A Randomized Controlled Trial. *Gerontology.* 2016;62:553–63.
77. Nicole Lakowa, Patrick Jahn, Oliver Stoll, Dirk Vordermark, Margarete Landenberger. InterACTIV – An exploratory study of the utilization of a game console to promote physical activation of adult cancer patients during hospitalization. Heidelberg; 15.9.2010.
78. Wiskemann J, Kuehl R, Dreger P, Schwerdtfeger R, Huber G, Ulrich CM, et al. Efficacy of exercise training in SCT patients--who benefits most? *Bone Marrow Transplant.* 2014;49:443–8.
79. Morishita S, Kaida K, Yamauchi S, Sota K, Ishii S, Ikegame K, et al. Relationship between corticosteroid dose and declines in physical function among allogeneic hematopoietic stem cell transplantation patients. *Support Care Cancer.* 2013;21:2161–9.

80. Kramer M, Hilgendorf I. Evaluation von Aspekten der körperlichen Leistungsfähigkeit und der Lebensqualität nach allo HSCT. Inauguraldissertation, Universität Rostock 2011
81. Dimeo F, Fetscher S, Lange W, Mertelsmann R, Keul J. Effects of aerobic exercise on the physical performance and incidence of treatment-related complications after high-dose chemotherapy. *Blood*. 1997;90:3390–4.
82. DeFor TE, Burns LJ, Gold E-MA, Weisdorf DJ. A randomized trial of the effect of a walking regimen on the functional status of 100 adult allogeneic donor hematopoietic cell transplant patients. *Biol Blood Marrow Transplant*. 2007;13:948–55.
83. Hayes S, Davies PSW, Parker T, Bashford J. Total energy expenditure and body composition changes following peripheral blood stem cell transplantation and participation in an exercise programme. *Bone Marrow Transplant*. 2003;31:331–8.
84. Butland RJ, Pang J, Gross ER, Woodcock AA, Geddes DM. Two-, six-, and 12-minute walking tests in respiratory disease. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1982;284:1607–8.
85. Baird K, Steinberg SM, Grkovic L, Pulanic D, Cowen EW, Mitchell SA, et al. National Institutes of Health chronic graft-versus-host disease staging in severely affected patients: organ and global scoring correlate with established indicators of disease severity and prognosis. *Biol Blood Marrow Transplant*. 2013;19:632–9.
86. de Souza, Clarissa Vasconcellos, Miranda, Eliana Cristina Martins, Garcia C, Aranha, Francisco José Penteado, de Souza, Cármino Antonio, Vigorito AC. Functional evaluation indicates physical losses after hematopoietic stem cell transplantation. *Rev Bras Hematol Hemoter*. 2012;34:345–51.
87. Dimeo FC, Tilmann MH, Bertz H, Kanz L, Mertelsmann R, Keul J. Aerobic exercise in the rehabilitation of cancer patients after high dose chemotherapy and autologous peripheral stem cell transplantation. *Cancer*. 1997;79:1717–22.
88. Kwok BC, Pua YH. Effects of WiiActive exercises on fear of falling and functional outcomes in community-dwelling older adults: a randomised control trial. *Age Ageing*. 2016;45:621–7.

89. Bang Y-S, Son KH, Kim HJ. Effects of virtual reality training using Nintendo Wii and treadmill walking exercise on balance and walking for stroke patients. *J Phys Ther Sci.* 2016;28:3112–5.
90. Klompstra L, Jaarsma T, Strömberg A. Exergaming to increase the exercise capacity and daily physical activity in heart failure patients: a pilot study. *BMC Geriatr.* 2014;14:119.
91. John M, Häusler B, Frenzel Mirco, Klose S, Ernst T, Bücher J, et al. Rehabilitation im häuslichen Umfeld mit der Wii Fit - Eine empirische Studie. *E-Health-Com, Competence, Heft 2/2009*
92. Kovalszki A, Schumaker GL, Klein A, Terrin N, White AC. Reduced respiratory and skeletal muscle strength in survivors of sibling or unrelated donor hematopoietic stem cell transplantation. *Bone Marrow Transplant.* 2008;41:965–9.
93. White AC, Sousa AM, Blumberg J, Ryan HF, Fanburg BL, Kayyali US. Plasma antioxidants in subjects before hematopoietic stem cell transplantation. *Bone Marrow Transplant.* 2006;38:513–20.
94. Rantanen T, Harris T, Leveille SG, Visser M, Foley D, Masaki K, Guralnik JM. Muscle strength and body mass index as long-term predictors of mortality in initially healthy men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2000;55:M168-73.
95. Hacker ED, Collins E, Park C, Peters T, Patel P, Rondelli D. Strength Training to Enhance Early Recovery after Hematopoietic Stem Cell Transplantation. *Biol Blood Marrow Transplant.* 2017;23:659–69.
96. Takekiyo T, Dozono K, Nara S, Murayama Y, Minamihama N, Nakano N, et al. Gender differences in physical function and muscle mass change in patients undergoing allogeneic hematopoietic stem cell transplantation. *Bone Marrow Transplant.* 2017;52:1460–2.
97. Hacker ED, Ferrans CE. Quality of life immediately after peripheral blood stem cell transplantation. *Cancer Nurs.* 2003;26:312–22.
98. Khera N, Storer B, Flowers MED, Carpenter PA, Inamoto Y, Sandmaier BM, et al. Nonmalignant late effects and compromised functional status in survivors of hematopoietic cell transplantation. *J. Clin. Oncol.* 2012;30:71–7.

99. Huang MH, Shilling T, Miller KA, Smith K, LaVictoire K. History of falls, gait, balance, and fall risks in older cancer survivors living in the community. *Clin Interv Aging*. 2015;10:1497–503.
100. Robinson J, Dixon J, Macsween A, van Schaik P, Martin D. The effects of exergaming on balance, gait, technology acceptance and flow experience in people with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2015;7:8.
101. Rubenstein LZ, Josephson KR. Falls and their prevention in elderly people: what does the evidence show? *Med Clin North Am*. 2006;90:807–24.
102. Kim K-J, Jun H-J, Heo M. Effects of Nintendo Wii Fit Plus training on ankle strength with functional ankle instability. *J Phys Ther Sci*. 2015;27:3381–5.
103. Siriphorn A, Chamonchant D. Wii balance board exercise improves balance and lower limb muscle strength of overweight young adults. *J Phys Ther Sci*. 2015;27:41–6.
104. Fu AS, Gao KL, Tung AK, Tsang WW, Kwan MM. Effectiveness of Exergaming Training in Reducing Risk and Incidence of Falls in Frail Older Adults With a History of Falls. *Arch Phys Med Rehabil*. 2015;96:2096–102.
105. Jarden M, Baadsgaard MT, Hovgaard DJ, Boesen E, Adamsen L. A randomized trial on the effect of a multimodal intervention on physical capacity, functional performance and quality of life in adult patients undergoing allogeneic SCT. *Bone Marrow Transplant*. 2009;43:725–37.
106. Wiskemann J, Dreger P, Schwerdtfeger R, Bondong A, Huber G, Kleindienst N, et al. Effects of a partly self-administered exercise program before, during, and after allogeneic stem cell transplantation. *Blood*. 2011;117:2604–13.
107. Cramp F, Daniel J. Exercise for the management of cancer-related fatigue in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008:CD006145.
108. Brown JC, Huedo-Medina TB, Pescatello LS, Pescatello SM, Ferrer RA, Johnson BT. Efficacy of exercise interventions in modulating cancer-related fatigue among adult cancer survivors: a meta-analysis. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2011;20:123–33.

109. da Silva Alves R, Iunes DH, Pereira IC, Borges JBC, Nogueira DA, Silva AM, et al. Influence of Exergaming on the Perception of Cancer-Related Fatigue. *Games Health J.* 2017;6:119–26.
110. Baliouisis M, Rennoldson M, Dawson DL, Mills J, das Nair R. Perceptions of Hematopoietic Stem Cell Transplantation and Coping Predict Emotional Distress During the Acute Phase After Transplantation. *Oncol Nurs Forum.* 2017;44:96–107.
111. Chao Y-Y, Scherer YK, Montgomery CA. Effects of using Nintendo Wii™ exergames in older adults: a review of the literature. *J Aging Health.* 2015;27:379–402.
112. Schumacher H, Stüwe S, Kropp P, Diedrich D, Freitag S, Greger N, et al. A prospective, randomized evaluation of the feasibility of exergaming on patients undergoing hematopoietic stem cell transplantation. *Bone Marrow Transplant.* 2018.
113. Wöhlbier, HG (2018), unveröff. Dissertation Universitätsmedizin Rostock
114. Choi SD, Guo L, Kang D, Xiong S. Exergame technology and interactive interventions for elderly fall prevention: A systematic literature review. *Appl Ergon* 2016.
115. Jørgensen MG. Assessment of postural balance in community-dwelling older adults - methodological aspects and effects of biofeedback-based Nintendo Wii training. *Dan Med J.* 2014;61:B4775.

## 9 Anhang

### 9.1 Ergebnisse der Griffkraftmessung der Transplantationsgruppen

| Grip Test   |                       | Gesamt                 |                       | Autolog                |                        | Allogen                |                       |
|-------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|
|             |                       | Rechts                 | Links                 | Rechts                 | Links                  | Rechts                 | Links                 |
| T1          | Median<br>(Min.-Max.) | 36,0 kg<br>(12,7-54,0) | 35,7kg<br>(9,7-61,3)  | 39,3 kg<br>(13,7-54,0) | 38,3 kg<br>(12,7-61,3) | 31,5 kg<br>(12,6-52,0) | 32,3 kg<br>(9,7-49,3) |
|             | MW (SD)<br>+/- 12,4   | 35,1 kg<br>+/- 12,4    | 35,0 kg<br>+/- 12,9   | 37,7 kg<br>+/- 12,3    | 37,3 kg<br>+/- 12,9    | 32,7 kg<br>+/- 12,7    | 32,9 kg<br>+/- 12,9   |
| T2          | Median<br>(Min.-Max.) | 32,7 kg<br>(11,0-54,7) | 32,7 kg<br>(9,3-60,0) | 36,7 kg<br>(15,0-54,7) | 36,0 kg<br>(13,3-60,0) | 28,7 kg<br>(11,0-53,7) | 25,8 kg<br>(9,3-46,0) |
|             | MW (SD)<br>+/- 12,2   | 32,7 kg<br>+/- 12,2    | 32,3 kg<br>+/- 11,9   | 35,5 kg<br>+/- 11,7    | 35,0 kg<br>+/- 12,1    | 30,0 kg<br>+/- 12,5    | 28,9 kg<br>+/- 11,0   |
| T3          | Median<br>(Min.-Max.) | 33 kg<br>(11,3-52,3)   | 31,7 kg<br>(6,7-52,7) | 39,3 kg<br>(14,3-50,7) | 38,3 kg<br>(12,0-52,7) | 27 kg<br>(11,3-52,3)   | 26,5 kg<br>(6,7-49,0) |
|             | MW (SD)<br>+/- 12,3   | 32,5 kg<br>+/- 12,3    | 32,5 kg<br>+/- 12,3   | 36,7 kg<br>+/- 11,7    | 36,4 kg<br>+/- 11,9    | 28,6 kg<br>+/- 11,8    | 28,8 kg<br>+/- 11,8   |
| Signifikanz |                       |                        |                       |                        |                        |                        |                       |
|             | T1 vs. T2             | *p = 0,010             | *p = 0,001            | p = 0,164              | p = 0,256              | *p = 0,032             | *p = 0,002            |
|             | T1 vs. T3             | *p = 0,008             | *p = 0,005            | p = 0,346              | p = 0,235              | *p = 0,009             | *p = 0,008            |
|             | T2 vs. T3             | p = 0,787              | p = 0,649             | *p = 0,050             | p = 0,463              | p = 0,163              | p = 0,918             |

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, kg = Kilogramm, \*statistisch signifikant

## 9.2 Ergebnisse des Berg Balance Scales der Transplantationsgruppen

| Berg Balance Scale |                    | Gesamt            | Autolog           | Allogen           |
|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| T1                 | Median (Min.-Max.) | 56 Pkt. (50-56)   | 56 Pkt. (50-56)   | 56 Pkt. (52-56)   |
|                    | MW (SD)            | 55,1Pkt +/- 1,7   | 54,9 Pkt. +/- 2,1 | 55,4 Pkt. +/- 1,3 |
| T2                 | Median (Min.-Max.) | 56 Pkt. (34-56))  | 56 Pkt. (49-56)   | 56 Pkt. (34-56)   |
|                    | MW (SD)            | 53,9 Pkt.+/- 4,2  | 54,3 Pkt. +/- 2,2 | 53,5 Pkt. +/- 5,5 |
| T3                 | Median (Min.-Max.) | 56 Pkt. (50-56)   | 56 Pkt. (50-56)   | 56 Pkt. (50-56)   |
|                    | MW (SD)            | 54,9 Pkt. +/- 1,9 | 54,9 Pkt. +/- 2,0 | 54,9 Pkt. +/- 1,8 |
| Signifikanz        |                    |                   |                   |                   |
|                    | T1 vs. T2          | p = 0,053         | p = 0,270         | p = 0,140         |
|                    | T1 vs. T3          | p = 0,590         | p = 0,785         | p = 0,518         |
|                    | T2 vs. T3          | p = 0,063         | p = 0,072         | p = 0,293         |

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, Pkt. = Punkte, \*statistisch signifikant

## 9.3 Ergebnisse der Umfangsmessung

| Umfang Oberarm |                    | Gesamt               |                        | Autolog              |                        | Allogen              |                        |
|----------------|--------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
|                |                    | Rechts               | Links                  | Rechts               | Links                  | Rechts               | Links                  |
| T1             | Median (Min.-Max.) | 29,0 cm<br>(21,5-37) | 28,5 cm<br>(21-37,2)   | 29,0 cm<br>(22-32)   | 29,0 cm<br>(21,8-31,7) | 29,0 cm<br>(21,5-37) | 28,3 cm<br>(21-37,2)   |
|                | MW (SD)            | 28,4 cm<br>+/- 3,7   | 28,2 cm<br>+/- 3,7     | 28,0 cm<br>+/- 3,1   | 27,8 cm<br>+/- 3,1     | 28,8 cm<br>+/- 4,3   | 28,5 cm<br>+/- 4,3     |
| T2             | Median (Min.-Max.) | 28,0 cm<br>(21,7-34) | 28,0 cm<br>(21,5-33,6) | 29,0 cm<br>(21,7-31) | 28,0 cm<br>(22,1-32)   | 28,0 cm<br>(22-34)   | 28,0 cm<br>(21-33,6)   |
|                | MW (SD)            | 28,0 cm<br>+/- 3,4   | 27,9 cm<br>+/- 3,3     | 28,0 cm<br>+/- 3,1   | 27,8 cm<br>+/- 3,1     | 28,1 cm<br>+/- 3,8   | 28,0 cm<br>+/- 3,6     |
| T3             | Median (Min.-Max.) | 28,1 cm<br>(22,1-33) | 28,0 cm<br>(21,4.34,1) | 29,0 cm<br>(22,1-32) | 29,0 cm<br>(21,8-32)   | 28,0 cm<br>(22,5-33) | 28,0 cm<br>(21,4-34,1) |

|             |           |                    |                    |                    |                    |                    |                    |
|-------------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|             | MW (SD)   | 27,8 cm<br>+/- 3,1 | 27,8 cm<br>+/- 3,3 | 28,0 cm<br>+/- 3,0 | 27,9 cm<br>+/- 3,1 | 28,1 cm<br>+/- 3,2 | 27,8 cm<br>+/- 3,5 |
| Signifikanz |           |                    |                    |                    |                    |                    |                    |
|             | T1 vs. T2 | p = 0,184          | p = 0,168          | p = 0,531          | p = 0,811          | p = 0,243          | p = 0,154          |
|             | T1 vs. T3 | p = 0,185          | p = 0,137          | p = 0,928          | p = 0,478          | p = 0,140          | *p = 0,025         |
|             | T2 vs. T3 | p = 0,988          | p = 0,836          | p = 0,776          | p = 0,480          | p = 0,932          | p = 0,386          |

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, cm = Zentimeter, \*statistisch signifikant

| Umfang Unterarm |                    | Gesamt               |                        | Autolog              |                      | Allogen              |                      |
|-----------------|--------------------|----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                 |                    | Rechts               | Links                  | Rechts               | Links                | Rechts               | Links                |
| T1              | Median (Min.-Max.) | 26,0 cm<br>(18-29,2) | 26,0 cm<br>(17-30,7)   | 26,0 cm<br>(18-28)   | 26,0 cm<br>(18-28)   | 26,0 cm<br>(18-29,2) | 26,0 cm<br>(17-30,7) |
|                 | MW (SD)<br>+/- 3,3 | 24,9 cm<br>+/- 3,3   | 24,9 cm<br>+/- 3,4     | 25,0 cm<br>+/- 3,2   | 25,1 cm<br>+/- 3,1   | 24,8 cm<br>+/- 3,4   | 24,7 cm<br>+/- 3,7   |
| T2              | Median (Min.-Max.) | 26,0 cm<br>(18-29,3) | 26,0 cm<br>(18-28,6)   | 26,0 cm<br>(18-29,3) | 26,0 cm<br>(18-28)   | 25,5 cm<br>(20-28,5) | 24,5 cm<br>(19-28,6) |
|                 | MW (SD)<br>+/- 2,9 | 24,7 cm<br>+/- 2,9   | 24,5 cm<br>+/- 3,0     | 25,1 cm<br>+/- 3,2   | 24,8 cm<br>+/- 3,0   | 24,4 cm<br>+/- 2,7   | 24,3 cm<br>+/- 3,1   |
| T3              | Median (Min.-Max.) | 25,0 cm<br>(17,9-29) | 25,0 cm<br>(17,5-28,8) | 26,0 cm<br>(17,9-28) | 26,0 cm<br>(17,5-28) | 25,0 cm<br>(19-29)   | 24,5 cm<br>(18-28,8) |
|                 | MW (SD)<br>+/- 2,9 | 24,5 cm<br>+/- 2,9   | 24,4 cm<br>+/- 3,1     | 24,8 cm<br>+/- 3,1   | 24,8 cm<br>+/- 3,2   | 24,3 cm<br>+/- 2,8   | 24,0 cm<br>+/- 3,1   |
| Signifikanz     |                    |                      |                        |                      |                      |                      |                      |
|                 | T1 vs. T2          | p = 0,418            | p = 0,058              | p = 0,443            | p = 0,138            | p = 0,166            | p = 0,196            |
|                 | T1 vs. T3          | p = 0,101            | *p = 0,007             | p = 0,396            | *p = 0,039           | p = 0,166            | p = 0,060            |
|                 | T2 vs. T3          | p = 0,206            | p = 0,362              | p = 0,066            | p = 0,680            | p = 0,659            | p = 0,395            |

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, cm = Zentimeter, \*statistisch signifikant

| Umfang<br>Oberschenkel |                       | Gesamt               |                      | Autolog              |                      | Allogen                |                        |
|------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
|                        |                       | Rechts               | Links                | Rechts               | Links                | Rechts                 | Links                  |
| T1                     | Median<br>(Min.-Max.) | 48,0 cm<br>(36-59)   | 47,0 cm<br>(36-60)   | 48,0 cm<br>(36-54,9) | 48,0 cm<br>(36-54)   | 49,0 cm<br>(37,5-59)   | 46,75 cm<br>(37-60)    |
|                        | MW (SD)<br>+/- 6,1    | 47,4 cm              | 47,5 cm<br>+/- 6,3   | 45,8 cm<br>+/- 5,6   | 46,1 cm<br>+/- 5,8   | 48,9 cm<br>+/- 6,4     | 48,7 cm<br>+/- 6,7     |
| T2                     | Median<br>(Min.-Max.) | 46,0 cm<br>(34-60)   | 46,0 cm<br>(34-63)   | 46,0 cm<br>(34-51,2) | 46,0 cm<br>(34-50,5) | 46,4 cm<br>(38-60)     | 46,0 cm<br>(37-63)     |
|                        | MW (SD)<br>+/- 5,6    | 46,1 cm              | 46,3 cm<br>+/- 5,8   | 44,2 cm<br>+/- 4,8   | 44,4 cm<br>+/- 4,5   | 47,8 cm<br>+/- 5,8     | 48,0cm +/-<br>6,4      |
| T3                     | Median<br>(Min.-Max.) | 46,0 cm<br>(36-58,5) | 46,0 cm<br>(36-56,5) | 47,0 cm<br>(36-51,5) | 47,5 cm<br>(36-51,5) | 45,2 cm<br>(38,3-58,5) | 45,5 cm<br>(39,5-56,5) |
|                        | MW (SD)<br>+/- 5,3    | 46,0 cm              | 46,3 cm<br>+/- 5,2   | 45,3 cm<br>+/- 4,9   | 45,4 cm<br>+/- 4,8   | 46,8 cm<br>+/- 5,7     | 47,1 cm<br>+/- 5,6     |
| Signifikanz            |                       |                      |                      |                      |                      |                        |                        |
|                        | T1 vs. T2             | *p = 0,001           | *p = 0,009           | *p = 0,005           | *p = 0,017           | *p = 0,047             | p = 0,208              |
|                        | T1 vs. T3             | *p = 0,001           | *p = 0,003           | p = 0,129            | p = 0,092            | *p = 0,002             | *p = 0,011             |
|                        | T2 vs. T3             | p = 0,980            | p = 0,611            | *p = 0,025           | *p = 0,015           | *p = 0,026             | p = 0,142              |

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, cm = Zentimeter, \*statistisch signifikant

| Umfang<br>Unterschenkel |                       | Gesamt               |                        | Autolog                |                        | Allogen               |                            |
|-------------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|
|                         |                       | Rechts               | Links                  | Rechts                 | Links                  | Rechts                | Links                      |
| T1                      | Median<br>(Min.-Max.) | 37,0 cm<br>(26,6-43) | 37,0 cm<br>(27,5-45)   | 37,0 cm<br>(28-39,5)   | 37,0 cm<br>(27,5-40,5) | 37,25 cm<br>(26,6-43) | 37,0 cm<br>(27,5-45)       |
|                         | MW (SD)<br>+/- 4,0    | 36,5 cm              | 36,4 cm<br>+/- 4,0     | 36,0 cm<br>+/- 3,2     | 35,8 cm<br>+/- 3,2     | 37,0 cm<br>+/- 4,7    | 37,1 cm<br>+/- 4,7         |
| T2                      | Median<br>(Min.-Max.) | 36,2 cm<br>(28-45,5) | 36,0 cm<br>(29,5-45,5) | 35,5 cm<br>(29,6-41,1) | 36,0 cm<br>(30,2-39,9) | 36,65 cm<br>(28-45,5) | 36,3 cm<br>(29,5-<br>45,5) |

|             |                       |                      |                      |                        |                        |                      |                     |
|-------------|-----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|----------------------|---------------------|
|             | MW (SD)               | 36,0 cm<br>+/- 3,8   | 36,1 cm +/-<br>3,6   | 35,5 cm<br>+/- 3,2     | 35,5 cm<br>+/- 2,9     | 36,6 cm<br>+/- 4,3   | 36,7 cm<br>+/- 4,1  |
| T3          | Median<br>(Min.-Max.) | 36,0 cm<br>(26,7-43) | 36,0 cm<br>(27,5-43) | 36,0 cm<br>(30,5-40,5) | 36,0 cm<br>(30,1-40,5) | 36,0 cm<br>(26,7-43) | 36,5cm<br>(27,5-43) |
|             | MW (SD)               | 36,3 cm<br>+/- 3,8   | 36,4 cm +/-<br>3,9   | 36,2 cm<br>+/- 3,0     | 36,2 cm<br>+/- 3,1     | 36,4 cm<br>+/- 4,5   | 36,7 cm<br>+/- 4,6  |
| Signifikanz |                       |                      |                      |                        |                        |                      |                     |
|             | T1 vs. T2             | p = 0,303            | p = 0,343            | p = 0,245              | p = 0,460              | p = 0,779            | p = 0,476           |
|             | T1 vs. T3             | p = 0,522            | p = 0,920            | p = 0,394              | p = 0,347              | p = 0,221            | p = 0,462           |
|             | T2 vs. T3             | p = 0,500            | p = 0,173            | *p = 0,021             | *p = 0,037             | p = 0,589            | p = 0,975           |

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, cm = Zentimeter, \*statistisch signifikant

| Umfang<br>Knöchel |                       | Gesamt               |                        | Autolog              |                      | Allogen                 |                        |
|-------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|------------------------|
|                   |                       | Rechts               | Links                  | Rechts               | Links                | Rechts                  | Links                  |
| T1                | Median<br>(Min.-Max.) | 26,0 cm<br>(21,4-29) | 25,0 cm<br>(20,4-29)   | 26,0 cm<br>(23-29)   | 25,0 cm<br>(21,4-29) | 25,75 cm<br>(21,4-28,9) | 25,5 cm<br>(20,4-28)   |
|                   | MW (SD)               | 25,4 cm<br>+/- 1,8   | 25,2 cm<br>+/- 2,0     | 25,6 cm<br>+/- 1,7   | 25,3 cm<br>+/- 1,9   | 25,3 cm<br>+/- 2,0      | 25,0 cm<br>+/- 2,1     |
| T2                | Median<br>(Min.-Max.) | 25,5 cm<br>(22-30)   | 25,5 cm<br>(22,1-30)   | 25,5 cm<br>(23,1-29) | 26,0 cm<br>(23-29)   | 25,25 cm<br>(22-30)     | 25,45cm<br>(22,1-30)   |
|                   | MW (SD)               | 25,7 cm<br>+/- 2,1   | 25,7 cm<br>+/- 2,0     | 25,8 cm<br>+/- 1,8   | 25,7 cm<br>+/- 1,8   | 25,5 cm<br>+/- 2,4      | 25,7 cm<br>+/- 2,2     |
| T3                | Median<br>(Min.-Max.) | 26,0 cm<br>(21,5-29) | 26,0 cm<br>(21,3-29,1) | 26,0 cm<br>(23-29)   | 26,0 cm<br>(23--28)  | 26,0 cm<br>(21,5-28,9)  | 26,25cm<br>(21,3-29,1) |
|                   | MW (SD)               | 25,6 cm<br>+/- 2,1   | 25,6 cm<br>+/- 2,1     | 25,7 cm<br>+/- 1,9   | 25,7 cm<br>+/- 1,8   | 25,5 cm<br>+/- 2,2      | 25,6 cm<br>+/- 2,4     |
| Signifikanz       |                       |                      |                        |                      |                      |                         |                        |
|                   | T1 vs. T2             | p = 0,274            | p = 0,086              | p = 0,348            | p = 0,573            | p = 0,508               | p = 0,159              |
|                   | T1 vs. T3             | p = 0,374            | p = 0,101              | p = 0,725            | p = 0,344            | p = 0,423               | p = 0,098              |
|                   | T2 vs. T3             | p = 0,889            | p = 0,870              | p = 0,428            | p = 0,571            | p = 0,727               | p = 1,000              |

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, cm = Zentimeter, \*statistisch signifikant

| Umfang<br>Oberarm |                       | Klassische<br>Physiotherapie |                      | Nintendo Wii ®        |                       |
|-------------------|-----------------------|------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                   |                       | Rechts                       | Links                | Rechts                | Links                 |
| T1                | Median<br>(Min.-Max.) | 26,7 cm<br>(21,5-32)         | 26,8 cm<br>(21-32)   | 30,0 cm<br>(25-37)    | 30,25 cm<br>(25-37,2) |
|                   | MW (SD)<br>+/- 3,5    | 27,0 cm<br>+/- 3,5           | 26,7 cm<br>+/- 3,6   | 30,1 cm<br>+/- 3,3    | 29,9 cm<br>+/- 3,2    |
| T2                | Median<br>(Min.-Max.) | 26,2 cm<br>(21,7-32)         | 26,1 cm<br>(21,5-32) | 29,75 cm<br>(25,5-34) | 29,75 cm<br>(25-33,6) |
|                   | MW (SD)<br>+/- 3,3    | 27,7 cm<br>+/- 3,3           | 26,5 cm<br>+/- 3,1   | 29,6 cm<br>+/- 2,9    | 29,5 cm<br>+/- 2,9    |
| T3                | Median<br>(Min.-Max.) | 26,1 cm<br>(22,1-33)         | 26,5 cm<br>(21,4-31) | 29,25 cm<br>(26-33)   | 29,25 cm<br>(26-34,1) |
|                   | MW (SD)<br>+/- 3,1    | 26,7 cm<br>+/- 3,1           | 26,4 cm<br>+/- 3,2   | 29,7 cm<br>+/- 2,1    | 29,6 cm<br>+/- 2,5    |
| Signifikanz       |                       |                              |                      |                       |                       |
|                   | T1 vs. T2             | p = 0,219                    | p = 0,395            | p = 0,505             | p = 0,329             |
|                   | T1 vs. T3             | p = 0,407                    | p = 0,181            | p = 0,284             | p = 0,281             |
|                   | T2 vs. T3             | p = 0,834                    | p = 0,505            | p = 0,959             | p = 0,837             |

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, cm = Zentimeter, \*statistisch signifikant

| Umfang<br>Unterarm |                       | Klassische<br>Physiotherapie |                      | Nintendo Wii ®       |                       |
|--------------------|-----------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
|                    |                       | Rechts                       | Links                | Rechts               | Links                 |
| T1                 | Median<br>(Min.-Max.) | 24,0 cm<br>(18-27,7)         | 24,0 cm<br>(17-27,5) | 27,0 cm<br>(23-29,2) | 27,25 cm<br>(23-30,7) |
|                    | MW (SD)<br>+/- 3,5    | 23,5 cm<br>+/- 3,5           | 23,4 cm +/-<br>3,5   | 26,6 cm<br>+/- 1,8   | 26,7 cm<br>+/- 2,1    |
| T2                 | Median<br>(Min.-Max.) | 24,0 cm<br>(18-29,3)         | 23,5 cm<br>(18-28)   | 26,0 cm<br>(22-28,5) | 26,0 cm<br>(22-28,6)  |

|             |                       |                      |                      |                    |                      |
|-------------|-----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
|             | MW (SD)               | 23,7 cm<br>+/- 3,4   | 23,4 cm +/-<br>3,3   | 26,0 cm<br>+/- 1,6 | 25,9 cm<br>+/- 1,8   |
| T3          | Median<br>(Min.-Max.) | 23,0 cm<br>(17,9-28) | 23,5 cm<br>(17,5-28) | 26,0 cm<br>(24-29) | 26,0 cm<br>(23-28,8) |
|             | MW (SD)               | 23,2 cm<br>+/- 3,2   | 23,0 cm +/-<br>3,5   | 26,1 cm<br>+/- 1,4 | 25,9 cm<br>+/- 1,6   |
| Signifikanz |                       |                      |                      |                    |                      |
|             | T1 vs. T2             | p = 0,439            | p = 0,950            | *p = 0,036         | *p = 0,015           |
|             | T1 vs. T3             | p = 0,386            | p = 0,106            | p = 0,153          | *p = 0,027           |
|             | T2 vs. T3             | *p = 0,009           | *p = 0,013           | p = 0,673          | p = 0,482            |

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, cm = Zentimeter, \*statistisch signifikant

| Umfang<br>Oberschenkel |                       | Klassische<br>Physiotherapie |                      | Nintendo Wii®         |                      |
|------------------------|-----------------------|------------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
|                        |                       | Rechts                       | Links                | Rechts                | Links                |
| T1                     | Median<br>(Min.-Max.) | 48,0 cm<br>(37,2-54,9)       | 46,1 cm<br>(36,4-54) | 50,0 cm<br>(36-59)    | 51,0 cm<br>(36-60)   |
|                        | MW (SD)               | 45,7 cm<br>+/- 5,4           | 45,4 cm<br>+/- 5,2   | 49,5 cm<br>+/- 6,5    | 50,0 cm<br>+/- 6,8   |
| T2                     | Median<br>(Min.-Max.) | 46,0 cm<br>(37,5-51,5)       | 46,0 cm<br>(37-50,5) | 46,75 cm<br>(34-60)   | 46,75 cm<br>(34-63)  |
|                        | MW (SD)               | 44,6 cm<br>+/- 4,5           | 44,6 cm<br>+/- 4,0   | 47,9 cm<br>+/- 6,4    | 48,3 cm<br>+/- 7,0   |
| T3                     | Median<br>(Min.-Max.) | 44,0 cm<br>(37,8-51,5)       | 44,2 cm<br>(38-51,5) | 48,75 cm<br>(36-58,5) | 49,0 cm<br>(36-56,5) |
|                        | MW (SD)               | 43,9 cm<br>+/- 4,0           | 44,2 cm<br>+/- 3,9   | 48,6 cm<br>+/- 5,6    | 48,8 cm<br>+/- 5,7   |
| Signifikanz            |                       |                              |                      |                       |                      |
|                        | T1 vs. T2             | *p = 0,038                   | p = 0,148            | *p = 0,006            | *p = 0,028           |
|                        | T1 vs. T3             | *p = 0,004                   | *p = 0,079           | p = 0,064             | *p = 0,012           |
|                        | T2 vs. T3             | p = 0,221                    | p = 0,509            | p = 0,090             | p = 0,157            |

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, cm = Zentimeter, \*statistisch signifikant

| Umfang<br>Unterschenkel |                       | Klassische Physiotherapie |                        | Nintendo Wii ®       |                        |
|-------------------------|-----------------------|---------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
|                         |                       | Rechts                    | Links                  | Rechts               | Links                  |
| T1                      | Median<br>(Min.-Max.) | 35,0 cm<br>(26,6-42,0)    | 35,1 cm<br>(27,5-41)   | 38,4 cm<br>(32-43)   | 37,75 cm<br>(33-45)    |
|                         | MW (SD)               | 35,1 cm<br>+/- 4,2        | 34,9 cm<br>+/- 3,9     | 38,1 cm<br>+/- 3,2   | 38,3 cm<br>+/- 3,5     |
| T2                      | Median<br>(Min.-Max.) | 35,6 cm<br>(28-41,1)      | 35,5 cm<br>(29,5-39,9) | 37,4 cm<br>(32-45,5) | 37,5 cm<br>(33,5-45,5) |
|                         | MW (SD)               | 35,1 cm<br>+/- 3,7        | 34,8 cm<br>+/- 3,3     | 37,2 cm<br>+/- 3,6   | 37,8 cm<br>+/- 3,3     |
| T3                      | Median<br>(Min.-Max.) | 34,6 cm<br>(26,7-40,5)    | 35,0 cm<br>(27,5-40,5) | 38,2 cm<br>(34,5-43) | 38,5 cm<br>(34-43)     |
|                         | MW (SD)               | 34,7 cm<br>+/- 3,9        | 34,8 cm<br>+/- 3,8     | 38,2 cm<br>+/- 2,7   | 38,4 cm<br>+/- 2,9     |
| Signifikanz             |                       |                           |                        |                      |                        |
|                         | T1 vs. T2             | p = 0,659                 | p = 0,552              | p = 0,074            | p = 0,422              |
|                         | T1 vs. T3             | p = 0,195                 | p = 0,569              | p = 0,720            | p = 0,405              |
|                         | T2 vs. T3             | p = 0,199                 | p = 0,754              | p = 0,065            | p = 0,130              |

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, cm = Zentimeter, \*statistisch signifikant

| Umfang<br>Knöchel |                       | Klassische Physiotherapie |                      | Nintendo Wii ®     |                    |
|-------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
|                   |                       | Rechts                    | Links                | Rechts             | Links              |
| T1                | Median<br>(Min.-Max.) | 25,0 cm<br>(21,4-28,9)    | 25,0 cm<br>(20,4-28) | 26,0 cm<br>(22-29) | 26,0 cm<br>(22-29) |
|                   | MW (SD)               | 25,0 cm<br>+/- 1,8        | 24,8 cm<br>+/- 2,1   | 25,9 cm<br>+/- 1,9 | 25,7 cm<br>+/- 1,8 |
| T2                | Median<br>(Min.-Max.) | 24,0 cm<br>(22-28)        | 25,0 cm<br>(22,1-28) | 27,0 cm<br>(22-30) | 27,0 cm<br>(23-30) |

|             |                       |                      |                      |                    |                      |
|-------------|-----------------------|----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
|             | MW (SD)               | 24,8 cm<br>+/- 1,7   | 24,9 cm<br>+/- 1,5   | 26,7 cm<br>+/- 2,2 | 26,7 cm<br>+/- 2,1   |
| T3          | Median<br>(Min.-Max.) | 25,4 cm<br>(21,5-28) | 25,0 cm<br>(21,3-28) | 26,5 cm<br>(23-29) | 27,0 cm<br>(24-29,1) |
|             | MW (SD)               | 24,9 cm<br>+/- 2,0   | 24,7 cm<br>+/- 2,1   | 26,6 cm<br>+/- 1,8 | 26,7 cm<br>+/- 1,5   |
| Signifikanz |                       |                      |                      |                    |                      |
|             | T1 vs. T2             | p = 0,530            | p = 0,826            | p = 0,052          | *p = 0,032           |
|             | T1 vs. T3             | p = 0,413            | p = 0,750            | p = 0,064          | *p = 0,021           |
|             | T2 vs. T3             | p = 0,900            | p = 0,754            | p = 0,933          | p = 0,931            |

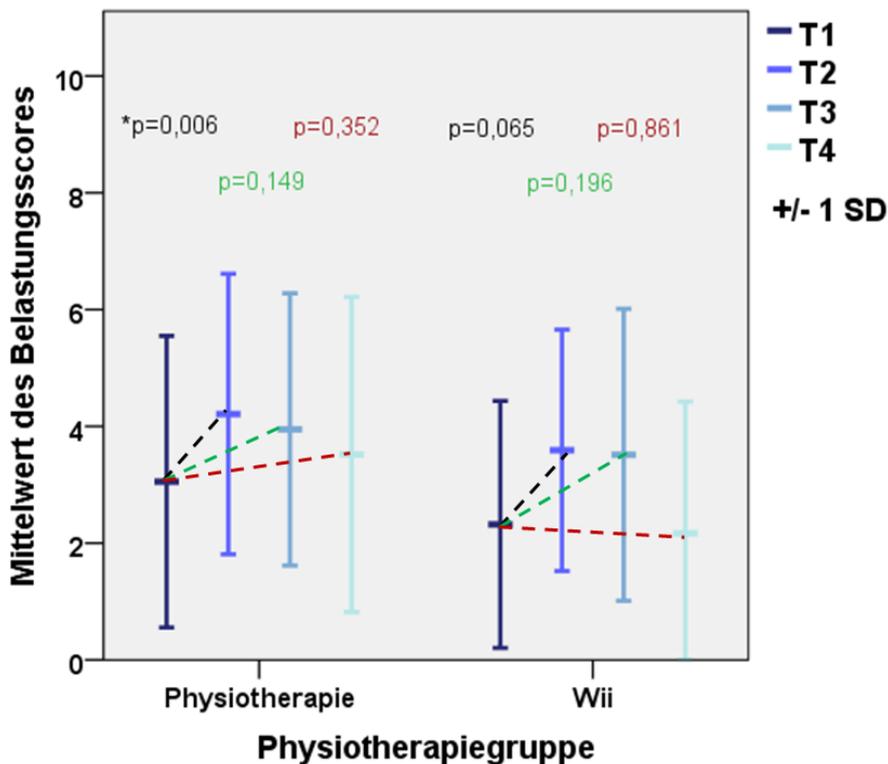
MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, cm = Zentimeter, \*statistisch signifikant

#### 9.4 Ergebnisse des BFI Beeinträchtigungsscores und des BFI Intensitätsscores

| BFI                           |                    | Gesamt           | Autolog          | Allogen            |
|-------------------------------|--------------------|------------------|------------------|--------------------|
| <b>Beeinträchtigungsscore</b> |                    |                  |                  |                    |
| T1                            | Median (Min.-Max.) | 1,8 Pkt. (0-8)   | 2,8 Pkt. (0-8,5) | 1,8 Pkt. (0,7-7,7) |
|                               | MW (SD)            | 2,8 Pkt. +/- 2,3 | 2,8 Pkt. +/- 2,5 | 2,7 Pkt. +/- 2,3   |
| T2                            | Median (Min.-Max.) | 4,1 Pkt. (0-8,5) | 2,9 Pkt. (1-8,5) | 4,6 Pkt. (0-8,3)   |
|                               | MW (SD)            | 4,0 Pkt. +/- 2,3 | 3,6 Pkt. +/- 2,1 | 4,3 Pkt. +/- 2,5   |
| T3                            | Median (Min.-Max.) | 3,6 Pkt.(0-8)    | 3,6 Pkt. (0-7,3) | 3,9 Pkt. (0,3-8)   |
|                               | MW (SD)            | 3,8 Pkt. +/- 2,4 | 3,7 Pkt. +/- 2,3 | 3,8 Pkt. +/- 2,5   |
| T4                            | Median (Min.-Max.) | 2,9 Pkt. (0-9)   | 1,7 Pkt. (0-9)   | 3,3 Pkt. (0-8,3)   |
|                               | MW (SD)            | 3,0 Pkt. +/- 2,4 | 2,6 Pkt. +/- 2,8 | 3,4 Pkt. +/- 2,4   |
| Signifikanz                   |                    |                  |                  |                    |
|                               | T1 vs. T2          | *p = 0,001       | *p = 0,013       | *p = 0,013         |

|           |            |           |           |
|-----------|------------|-----------|-----------|
| T1 vs. T3 | *p = 0,037 | p = 0,140 | p = 0,163 |
| T1 vs. T4 | p = 0,619  | p = 0,615 | p = 0,256 |

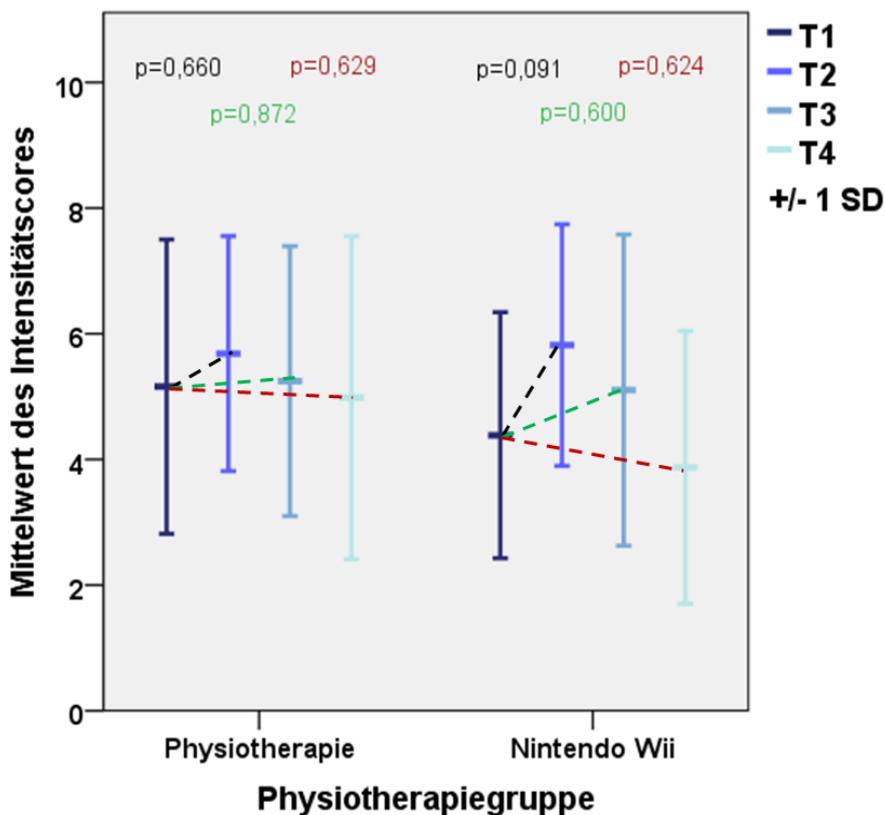
MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, Pkt. = Punkte, \*statistisch signifikant



| BFI                     |                    | Gesamt           | Autolog          | Allogen          |
|-------------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|
| <b>Intensitätsscore</b> |                    |                  |                  |                  |
| T1                      | Median (Min.-Max.) | 4,8 Pkt. (0-8)   | 5,0 Pkt. (1-8)   | 4,3 Pkt. (0-8)   |
|                         | MW (SD)            | 4,8 Pkt. +/- 2,2 | 4,8 Pkt. +/- 1,9 | 4,9 Pkt. +/- 2,5 |
| T2                      | Median (Min.-Max.) | 5,7 Pkt. (2-9,3) | 5,3 Pkt. (3-8,3) | 6,3 Pkt. (2-9,3) |
|                         | MW (SD)            | 5,7 Pkt. +/- 1,9 | 5,5 Pkt. +/- 1,6 | 6,0 Pkt. +/- 2,1 |
| T3                      | Median (Min.-Max.) | 4,7 Pkt.(0-10)   | 4,5 Pkt. (0-10)  | 5,0 Pkt. (2-9)   |
|                         | MW (SD)            | 5,2 Pkt. +/- 2,2 | 5,0 Pkt. +/- 2,3 | 5,4 Pkt. +/- 2,3 |
| T4                      | Median (Min.-Max.) | 4,3 Pkt. (0-8,7) | 4,0 Pkt. (0-8,7) | 5,7 Pkt. (1-8,7) |

|             |                  |                  |                  |
|-------------|------------------|------------------|------------------|
| MW (SD)     | 4,5 Pkt. +/- 2,4 | 4,2 Pkt. +/- 2,6 | 4,9 Pkt. +/- 2,3 |
| Signifikanz |                  |                  |                  |
| T1 vs. T2   | p = 0,139        | p = 0,232        | p = 0,278        |
| T1 vs. T3   | p = 0,837        | p = 0,586        | p = 0,338        |
| T1 vs. T4   | p = 0,537        | p = 0,379        | p = 0,979        |

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, Pkt. = Punkte, \*statistisch signifikant



### 9.5 Ergebnisse des MFIS Gesamtscores der Transplantationsgruppen

| MFIS        |                    | Gesamt             | Autolog            | Allogen            |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Gesamtscore |                    |                    |                    |                    |
| T1          | Median (Min.-Max.) | 1,5 Pkt. (0,1-3,4) | 1,5 Pkt. (0,1-3,4) | 1,8 Pkt. (0,1-2,4) |
|             | MW (SD)            | 1,6 Pkt. +/- 0,8   | 1,6 Pkt. +/- 0,9   | 1,6 Pkt. +/- 0,7   |
| T2          | Median (Min.-Max.) | 2,0 Pkt. (0,2-3,5) | 1,8 Pkt. (0,6-3,5) | 2,1 Pkt. (0,2-2,9) |
|             | MW (SD)            | 1,9 Pkt. +/- 0,8   | 1,9 Pkt. +/- 1,0   | 2,0 Pkt. +/- 0,8   |
| T3          | Median (Min.-Max.) | 1,8 Pkt.(0,1-3,5)  | 2,0 Pkt. (0,1-3,5) | 1,6 Pkt. (0,4-3,4) |
|             | MW (SD)            | 1,9 Pkt. +/- 1,0   | 1,9 Pkt. +/- 1,0   | 1,8 Pkt. +/- 0,9   |
| T4          | Median (Min.-Max.) | 1,3 Pkt. (0-3,8)   | 1,1 Pkt. (0-3,8)   | 1,7 Pkt. (0-3,4)   |
|             | MW (SD)            | 1,4 Pkt. +/- 1,0   | 1,2 Pkt. +/- 1,1   | 1,6 Pkt. +/- 0,9   |
| Signifikanz |                    |                    |                    |                    |
|             | T1 vs. T2          | p = 0,056          | *p = 0,030         | p = 0,244          |
|             | T1 vs. T3          | p = 0,221          | p = 0,334          | p = 0,438          |
|             | T1 vs. T4          | p = 0,489          | p = 0,170          | p = 0,877          |

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, Pkt. = Punkte, \*statistisch signifikant

## 9.6 Ergebnisse der kognitiven Subskala des MFIS

| MFIS                      |                    | Gesamt           | Autolog            | Allogen          |
|---------------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|
| <b>kognitive Subskala</b> |                    |                  |                    |                  |
| T1                        | Median (Min.-Max.) | 1,3 Pkt. (0-2,7) | 1,2 Pkt. (0-2,6)   | 1,3 Pkt. (0-2,7) |
|                           | MW (SD)            | 1,3 Pkt. +/- 0,9 | 1,2 Pkt. +/- 0,9   | 1,3 Pkt. +/- 0,9 |
| T2                        | Median (Min.-Max.) | 1,5 Pkt. (0-3,5) | 1,4 Pkt. (0,2-3,5) | 1,6 Pkt. (0-3,3) |
|                           | MW (SD)            | 1,5 Pkt. +/- 1,0 | 1,4 Pkt. +/- 0,9   | 1,7 Pkt. +/- 1,0 |
| T3                        | Median (Min.-Max.) | 1,5 Pkt.(0-3,3)  | 1,5 Pkt. (0-3,2)   | 1,5 Pkt. (0-3,3) |
|                           | MW (SD)            | 1,5 Pkt. +/- 1,0 | 1,5 Pkt. +/- 1,0   | 1,5 Pkt. +/- 0,9 |
| T4                        | Median (Min.-Max.) | 1,1 Pkt. (0-3,7) | 0,9 Pkt. (0-3,7)   | 1,7 Pkt. (0-3,5) |
|                           | MW (SD)            | 1,3 Pkt. +/- 1,0 | 1,2 Pkt. +/- 1,1   | 1,5 Pkt. +/- 1,0 |
| <b>Signifikanz</b>        |                    |                  |                    |                  |
|                           | T1 vs. T2          | p = 0,154        | p > 0,999          | p = 0,090        |
|                           | T1 vs. T3          | p = 0,174        | p = 0,198          | p = 0,517        |
|                           | T1 vs. T4          | p = 0,943        | p = 0,637          | p = 0,604        |

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Min. – Max. = Minimum bis Maximum, Pkt. = Punkte, \*statistisch signifikant

## 9.7 Physiotherapie-Fragebogen

1. Das Training mit der Physiotherapie hat mir Spaß gemacht.

nie  gelegentlich  meistens  immer

2. Ich habe mich auf das Training mit der Physiotherapie gefreut.

nie  gelegentlich  meistens  immer

3. Das Training mit der Physiotherapie hat mir geholfen mich vom Klinikalltag abzulenken.

nie  gelegentlich  meistens  immer

4. Zur regelmäßigen Bewegungstherapie war ich

demotiviert  nicht motiviert  motiviert

5. Nach dem Training mit der Physiotherapie fühlte ich mich:

ausgelaugt  leicht erschöpft  gut ausgelastet  entspannt  Sonstiges:

6. Ich habe das Gefühl durch das Training mit der Physiotherapie Trainingsfortschritte zu machen.

keine Fortschritte  leichte Fortschritte  mittlere Fortschritte  große Fortschritte

7. Kennen Sie eine Nintendo Wii®

Ja, ich habe damit schon gespielt.  Ja, ich habe davon schon mal gehört.  Nein

8. Wenn Sie die Frage 7 zuvor mit „ja“ beantwortet haben:

9. Ein Bewegungsprogramm mit einer Nintendo Wii® würde ich mir als Ergänzung zur klassischen Mobilisierungstherapie durch die Physiotherapie wünschen:

ja  nein  weiß ich nicht

10. Ein Bewegungsprogramm mit einer Nintendo Wii® stellt für mich eine gute Alternative zur klassischen Mobilisierungstherapie durch die Physiotherapie dar:

ja  nein  vielleicht

## 9.8 Nintendo Wii® Fragebogen

1. Ich hatte bereits vorher Erfahrung im Umgang mit Computerkonsolen (Wii®,Playstation®,etc.).

gar keine  etwas Erfahrung  viel Erfahrung

2. Der Umgang mit der Nintendo Wii® war für mich:

schwierig  mit Übung erlernbar  einfach handhabbar

Sonstiges: \_\_\_\_\_

3. Das Spielen mit der Nintendo Wii® hat mir Spaß gemacht.

nie  gelegentlich  meistens  immer

4. Ich habe mich auf das Spielen mit der Nintendo Wii® gefreut.

nie  gelegentlich  meistens  immer

5. Das Spielen auf der Nintendo Wii® hat mir geholfen mich vom Klinikalltag abzulenken.

nie  gelegentlich  meistens  immer

6. Zur regelmäßigen Bewegungstherapie war ich

unmotiviert  motiviert

7. Ich hab das Gefühl durch die Übungen mit der Nintendo Wii® Trainingsfortschritte  
zumachen.

keine Fortschritte  leichte Fortschritte  mittlere Fortschritte  große Fortschritte

8. Nach dem Spielen auf der Nintendo Wii® fühle ich mich:

ausgelaugt  leicht erschöpft  gut ausgelastet  entspannt  Sonstiges:

9. Das Spielen mit der Nintendo Wii® ist eine gute Alternative zur klassischen physiotherapeutischen Mobilisierungstherapie:

nein  ja

Gründe: \_\_\_\_\_

---

10. Statt der Mobilisierung mit der Nintendo Wii® hätte ich lieber an einer klassischen physiotherapeutischen Mobilisierungstherapie teilgenommen :

nein  ja

Gründe: \_\_\_\_\_

---

Bitte geben sie in eigenen Worten wieder, wie sie den Umgang mit der Nintendo Wii® in Bezug auf die Anwendung im stationären Alltag empfunden haben.

(Stichwörter: Handhabung, Motivationsfaktor, Spaßfaktor, Ablenkung, Pro's und Kontras, sonstige Anmerkungen)



## 9.10 MFIS Fragebogen

## MFIS - Modifizierte Fatigue Impact Scale

|      | Aufgrund der Erschöpfung<br>in der letzten Woche...  | nie | selten | manchmal | häufig | fast<br>immer |
|------|--|-----|--------|----------|--------|---------------|
| 1KO  | ...war ich weniger<br>aufmerksam   | 0   | 1      | 2        | 3      | 4             |
| 2KO  | ...hatte ich Schwierigkeiten<br>über längere Zeit Dinge zu<br>verfolgen                              | 0   | 1      | 2        | 3      | 4             |
| 3KO  | ...war ich nicht in der Lage,<br>klar zu denken  | 0   | 1      | 2        | 3      | 4             |
| 4PH  | ...war ich ungeschickt und<br>unkoordiniert  | 0   | 1      | 2        | 3      | 4             |
| 5KO  | ...war ich vergesslich   | 0   | 1      | 2        | 3      | 4             |
| 6PH  | ...musste ich meine<br>körperliche Betätigung<br>einschränken  | 0   | 1      | 2        | 3      | 4             |
| 7PH  | ...war ich wenig motiviert, an<br>sozialen Kontakten   | 0   | 1      | 2        | 3      | 4             |
| 8PS  | ...war ich wenig motiviert an<br>sozialen Aktivitäten<br>teilzunehmen                                | 0   | 1      | 2        | 3      | 4             |
| 9PS  | ...war ich limitiert, Sachen<br>außer Haus zu tun  | 0   | 1      | 2        | 3      | 4             |
| 10PH | ...hatte ich Schwierigkeiten<br>körperliche Anstrengungen<br>über längere Zeit<br>durchzuhalten      | 0   | 1      | 2        | 3      | 4             |
| 11KO | ... hatte ich Schwierigkeiten,<br>Entscheidungen zu treffen  | 0   | 1      | 2        | 3      | 4             |
| 12KO | ...war ich wenig motiviert,<br>Sachen zu tun, bei denen ich<br>mich konzentrieren musste             | 0   | 1      | 2        | 3      | 4             |
| 13PH | ...habe ich mich schwach<br>gefühlt  | 0   | 1      | 2        | 3      | 4             |
| 14PH | ...habe ich mich körperlich<br>nicht wohl gefühlt  | 0   | 1      | 2        | 3      | 4             |
| 15KO | ...hatte ich Schwierigkeiten,<br>Sachen zu beenden bei<br>denen ich mich<br>konzentrieren muss       | 0   | 1      | 2        | 3      | 4             |
| 16KO | ... hatte ich Schwierigkeiten,<br>meine Gedanken zu Hause<br>oder bei der Arbeit<br>zusammenzuhalten | 0   | 1      | 2        | 3      | 4             |
| 17PH | ... war ich nicht in der Lage,<br>Dinge die körperliche<br>Anstrengung erfordern, zu<br>beenden      | 0   | 1      | 2        | 3      | 4             |
| 18KO | ...war mein Denken<br>verlangsamt  | 0   | 1      | 2        | 3      | 4             |
| 19KO | ...hatte ich Schwierigkeiten<br>mich zu konzentrieren  | 0   | 1      | 2        | 3      | 4             |
| 20PH | ...habe ich meine<br>körperlichen Aktivitäten<br>eingeschränkt                                       | 0   | 1      | 2        | 3      | 4             |
| 21PH | ...habe ich häufigere und<br>längere Pausen gebraucht  | 0   | 1      | 2        | 3      | 4             |

### 9.11 Habituationsfragebogen

Name: \_\_\_\_\_

Ident-Nr.      

Geburtsdatum: \_\_\_\_\_ Alter: \_\_\_\_\_ Untersuchungsdatum: \_\_\_\_\_

Erkrankt seit: \_\_\_\_\_ Erkrankungsdauer: \_\_\_\_\_ Monate

Diagnose: \_\_\_\_\_

**Bitte kreuzen Sie bei jeder Frage eine Antwort an. Geben Sie dabei die Ausprägung an, mit der die betreffende Aussage auf Sie zutrifft.**

|     |   | trifft<br>nicht zu |   |   |   |   | trifft<br>voll zu |  |  |  |  |  |  |
|-----|---|--------------------|---|---|---|---|-------------------|--|--|--|--|--|--|
| 1.  | Mich stört gelegentlich das Flimmern des Fernsehapparates               | 0                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                 |  |  |  |  |  |  |
| 2.  | Ein tickender Wecker stört mich in der Nacht                            | 0                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                 |  |  |  |  |  |  |
| 3.  | Es stört mich beim Schlafen, wenn in der Nacht                          |                    |   |   |   |   |                   |  |  |  |  |  |  |
|     | a) ein Licht gleichmäßig brennt   | 0                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                 |  |  |  |  |  |  |
|     | b) ein Licht flackert   | 0                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                 |  |  |  |  |  |  |
| 4.  | Starke Gerüche (Zwiebeln, Knoblauch)                                    |                    |   |   |   |   |                   |  |  |  |  |  |  |
|     | a) stören mich nur kurz   | 0                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                 |  |  |  |  |  |  |
|     | b) stören mich länger (über Minuten)                                    | 0                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                 |  |  |  |  |  |  |
| 5.  | Das Prasseln des Regens ans Fenster                                     |                    |   |   |   |   |                   |  |  |  |  |  |  |
|     | a) stört mich generell  | 0                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                 |  |  |  |  |  |  |
|     | b) stört mich beim Einschlafen  | 0                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                 |  |  |  |  |  |  |
| 6.  | Das dumpfe Bass-Wummern eines Lautsprechers meines Nachbarn             |                    |   |   |   |   |                   |  |  |  |  |  |  |
|     | a) stört mich generell  | 0                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                 |  |  |  |  |  |  |
|     | b) stört mich beim Arbeiten   | 0                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                 |  |  |  |  |  |  |
|     | c) stört mich beim Einschlafen  | 0                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                 |  |  |  |  |  |  |
| 7.  | Einen starken Blasendruck kann ich für eine bestimmte Zeit ausblenden   | 0                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                 |  |  |  |  |  |  |
| 8.  | Ein juckender Mückenstich stört mich, weil ich mich sofort kratzen muss | 0                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                 |  |  |  |  |  |  |
| 9.  | beim Baden in der Wanne steige ich eher in zu heißes Wasser ein         | 0                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                 |  |  |  |  |  |  |
| 10. | Eine eintönige Aufgabe führt bei mir zu Langeweile                      | 0                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                 |  |  |  |  |  |  |
| 11. | Das Geräusch einer Küchenmaschine oder eines Staubsaugers stört mich    | 0                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                 |  |  |  |  |  |  |
| 12. | Der Geruch von Zigaretten- oder Zigarrenrauch stört mich                | 0                  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5                 |  |  |  |  |  |  |
|     |   | trifft<br>nicht zu |   |   |   |   | trifft<br>voll zu |  |  |  |  |  |  |

Name: \_\_\_\_\_

Ident-Nr.      

- |     |   |   |   |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|
| 13. | Der Geruch eines frisch mit Kuhmist gedüngten Feldes stört mich             |   |   |   |   |   |   |
|     | a) kurzfristig  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|     | b) länger (über Stunden)  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 14. | Mit Musik im Hintergrund kann ich besser am Schreibtisch arbeiten           | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 15. | Verkehrslärm  |   |   |   |   |   |   |
|     | a) stört mich generell  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|     | b) stört mich beim Arbeiten   | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|     | c) stört mich beim Einschlafen  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 16. | Wenn ein Telefon klingelt gehe ich oft zuerst an den Apparat                | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 17. | Gelegentlich geht mir eine Musik nicht mehr aus den Kopf                    | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 18. | Wenn ich mich ärgere, dauert es generell lange, bis ich nicht mehr böse bin | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 19. | Manchmal kann ich Parfum-Geruch nicht ausstehen                             | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 20. | Gelegentlich bin ich so empfindlich, dass meine Haare beim Kämmen schmerzen | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 21. | Wenn Geschirr unsauber ist, muss ich es sofort reinigen                     | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 22. | Wenn es gewittert, werde ich aufgeregt                                      | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 23. | Bei Reisen mit einem Schiff oder im Bus wird mir leicht übel                | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 24. | Helles Sonnenlicht stört mich   | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 25. | Wenn mir Musik gefällt, drehe ich den Lautstärkeregerler auf                | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 26. | Trotz einer Wasserblase an der Ferse kann ich manchmal noch weiterwandern   | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 27. | Ein ständiger Summton (z.B. Kühlschrank oder Heizung) stört mich            |   |   |   |   |   |   |
|     | a) beim Schlafen  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|     | b) beim Arbeiten  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|     | c) beim Entspannen  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 28. | Zugluft z.B. im Konzertsaal oder im Kino stört mich                         | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 29. | Ich bin sehr kitzelig   | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 30. | Ich erschrecke oft  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

## 9.12 HAP Fragebogen

Identifikation: \_\_\_\_\_

Set 1

### Fragebogen zu Aktivitäten des täglichen Lebens

#### Einführung

Die folgenden Fragebögen beschreiben allgemein verbreitete Tätigkeiten des täglichen Lebens. Lesen Sie bitte die Fragen sorgfältig und kreuzen Sie die zutreffende Spalte an, ob Sie aktuell die Tätigkeit ausführen, ob Sie die beschriebene Tätigkeit nicht mehr ausführen aber in der Vergangenheit ausgeführt haben oder ob Sie noch nie die Tätigkeit ausgeführt haben.

Kreuzen Sie die Spalte an „**führe weiterhin aus**“, falls Sie die Tätigkeit ohne Hilfe bei dem letzten Mal, bei dem Sie diese ausführen mußten bzw. die Gelegenheit dazu hatten, auch tatsächlich ausgeführt haben.

Kreuzen Sie die Spalte an „**führe nicht mehr aus**“, falls Sie die Tätigkeit ohne Hilfe in der Vergangenheit ausgeführt haben und aktuell nicht mehr in der Lage sind diese auszuführen, obwohl Sie die Gelegenheit dazu hatten.

Kreuzen Sie die Spalte an „**habe es noch nie getan**“, falls Sie die Tätigkeit noch nie ausgeführt haben.

Haben Sie bitte Verständnis für den Umfang der Fragen und den Fakt, daß ein Teil der Fragen für Sie nicht zu trifft. Wir bitten Sie trotzdem **alle** Fragen zu beantworten. Der Test wurde entwickelt, einen möglichst breiten Aktivitätsbereich (von überwiegend pflegebedürftig bis tägliches „Joggen“) zu erfassen.

Identifikation: \_\_\_\_\_

Set 1

## Fragen zu Aktivitäten des täglichen Lebens:

|  | <i>Diese Tätigkeit führe ich weiterhin aus</i> | <i>Diese Tätigkeit führe ich nicht mehr aus</i> | <i>Diese Tätigkeit habe ich noch nie ausgeführt</i> |
|--|--|---|---|
| 1. In einen Sessel bzw. auf einen Stuhl oder ins Bett gelangen und wieder aufstehen (ohne Hilfe) | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 2. Radio hören   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 3. Bücher, Magazine oder Zeitungen lesen   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 4. Schreiben (Briefe, Notizen)   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 5. An einem Schreibtisch oder Tisch arbeiten   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 6. Frei stehen (länger als 1 min)  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 7. Frei stehen (länger als 5 min)  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 8. An- oder Ausziehen (ohne Hilfe)   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 9. Bekleidung aus der Kommode bzw. dem Wandschrank holen   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 10. In ein Auto einsteigen oder aussteigen (ohne Hilfe)  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 11. Im Restaurant essen  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 12. Karten oder Brettspiele spielen  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 13. Ein Bad nehmen (ohne Hilfe zu benötigen)   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 14. Schuhe, Strümpfe oder Socken anziehen (ohne eine Pause zu benötigen)                         | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 15. Ins Kino/in die Kirche gehen oder sich sportlich betätigen                                   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 16. 30 m gehen   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 17. 30 m gehen (ohne Pause)  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 18. Sich anziehen/ausziehen (ohne eine Pause zu benötigen)                                       | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 19. Öffentliche Verkehrsmittel benutzen oder Auto fahren (150 km oder weniger)                   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 20. Öffentliche Verkehrsmittel benutzen oder Auto fahren (150 km oder mehr)                      | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 21. Sich das Essen selbst zubereiten   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 22. Geschirr abwaschen oder abtrocknen   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 23. Lebensmittel ins Regal stellen   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 24. Wäsche bügeln oder legen   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 25. Möbel oder Auto polieren   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 26. Duschen  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 27. Treppen steigen – 6 Stufen   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 28. Treppen steigen – 6 Stufen (ohne Pause)  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 29. Treppen steigen – 9 Stufen   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 30. Treppen steigen – 12 Stufen  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 31. 50 m auf ebenem Gelände gehen  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 32. 50 m auf ebenem Gelände gehen (ohne Pause)   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |

Identifikation: \_\_\_\_\_

Set 1

|  | <i>Diese Tätigkeit führe ich weiterhin aus</i> | <i>Diese Tätigkeit führe ich nicht mehr aus</i> | <i>Diese Tätigkeit habe ich noch nie ausgeführt</i> |
|--|--|---|---|
| 33. Das Bett machen (ohne Laken zu wechseln)                     | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 34. Fenster putzen   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 35. Knien oder hocken, um leichte Arbeiten zu verrichten         | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 36. Leichte Einkaufstaschen tragen                               | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 37. Treppen steigen – 9 Stufen (ohne Pause)                      | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 38. Treppen steigen – 12 Stufen (ohne Pause)                     | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 39. 50 m bergauf gehen   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 40. 50 m bergauf gehen (ohne Pause)                              | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 41. Einkäufe selbst erledigen                                    | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 42. Kleidung selbst waschen                                      | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 43. 100 m auf ebenem Gelände gehen                               | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 44. 200 m auf ebenem Gelände gehen                               | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 45. 100 m auf ebenem Gelände gehen (ohne Pause)                  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 46. 200 m auf ebenem Gelände gehen (ohne Pause)                  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 47. Wischen bzw. Abseifen (Fußböden, Wände oder Autos)           | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 48. Das Bett machen (einschl. Laken wechseln)                    | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 49. Kehren   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 50. Kehren ( 5 min ohne Pause)                                   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 51. Einen großen Koffer tragen oder Bowling (eine Runde) spielen | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 52. Staub saugen   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 53. Staub saugen ( 5 min – ohne Pause)                           | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 54. Malerarbeiten durchführen (innen/außen)                      | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 55. 600 m auf ebenem Gelände gehen                               | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 56. 600 m auf ebenem Gelände gehen (ohne Pause)                  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 57. Müll zur Mülltonne bringen                                   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 58. Schwere Einkaufstaschen tragen                               | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 59. Treppen steigen – 24 Stufen                                  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 60. Treppen steigen – 36 Stufen                                  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 61. Treppen steigen – 24 Stufen (ohne Pause)                     | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 62. Treppen steigen – 36 Stufen (ohne Pause)                     | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 63. 1,5 km gehen   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 64. 1,5 km gehen (ohne Pause)                                    | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 65. 100 m laufen oder Softball/Baseball spielen                  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 66. Tanzen   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |

Identifikation: \_\_\_\_\_

Set 1

|  | <i>Diese Tätigkeit führe ich weiterhin aus</i> | <i>Diese Tätigkeit führe ich nicht mehr aus</i> | <i>Diese Tätigkeit habe ich noch nie ausgeführt</i> |
|--|--|---|---|
| 67. Fitness-Übungen machen oder Aerobic (5 min ohne Pause)               | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 68. Rasen mähen (Motor-Rasenmäher, kein Rasentraktor)                    | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 69. 3 km gehen   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 70. 3 km gehen (ohne Pause)  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 71. Treppen steigen – 50 Stufen (2 1/2 Stockwerke)                       | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 72. Gartenarbeit mit Schaufel oder Spaten verrichten                     | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 73. Gartenarbeit mit Schaufel oder Spaten verrichten ( 5 min ohne Pause) | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 74. Treppen steigen - 50 Stufen ohne Pause                               | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 75. 5 km gehen   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 76. 5 km gehen (ohne Pause)  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 77. 25 m schwimmen   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 78. 25 m schwimmen (ohne Pause)  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 79. 1,5 km Radfahren   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 80. 3 km Radfahren   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 81. 1,5 km Radfahren (ohne Pause)  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 82. 3 km Radfahren (ohne Pause)  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 83. 400 m laufen oder joggen   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 84. 800 m laufen oder joggen   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 85. Tennis oder Squash spielen   | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 86. Basketball oder Fußball spielen                                      | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 87. 400 m laufen oder joggen (ohne Pause)                                | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 88. 800 m laufen oder joggen (ohne Pause)                                | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 89. 1,5 km laufen oder joggen  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 90. 3 km laufen oder joggen  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 91. 5 km laufen oder joggen  | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 92. 1,5 km laufen oder joggen in 12 min oder weniger                     | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 93. 3 km laufen oder joggen in 20 min oder weniger                       | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |
| 94. 5 km laufen oder joggen in 30 min oder weniger                       | <input type="checkbox"/>                       | <input type="checkbox"/>                        | <input type="checkbox"/>                            |

## **Eidesstattliche Versicherung**

Ich versichere eidesstattlich durch eigenhändige Unterschrift, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen entnommen sind, habe ich als solche kenntlich gemacht. Ich weiß, dass bei Abgabe einer falschen Versicherung die Prüfung als nicht bestanden zu gelten hat.

Helge Schumacher

Schwerin, den 01.01.2019