



Bachelorarbeit

Virtual Reality bei Verbrennungspatienten

Welchen Effekt hat Virtual Reality auf Schmerzen und Range of Motion bei der Behandlung von Verbrennungspatienten?

Wong Sharon S11487923

Departement: Gesundheit
Institut: Institut für Physiotherapie
Studienjahrgang: 2011
Eingereicht am: 25.04.2014
Betreuende Lehrperson: Jan Kool, Emanuel Brunner

Zur Vereinfachung wird in der Arbeit jeweils die männliche Form benutzt. Es sind dabei immer beide Geschlechter gemeint.

Abkürzungen werden im Abkürzungsverzeichnis und Fachbegriffe (mit * markiert) im Glossar genauer erklärt.

Inhalt

1. Abstract	5
2. Einleitung	6
2.1. Darstellung des Themas	6
2.2. Relevanz für die Praxis	7
2.3. Fragestellung	7
2.4. Zielsetzung.....	7
3. Methodik.....	8
4. Theoretischer Hintergrund.....	11
4.1. Schmerz.....	11
4.1.1. Definition Schmerz	11
4.1.2. Schmerzleitung.....	11
4.1.3. Schmerzmodulation und –wahrnehmung	12
4.1.4. Schmerzkomponenten.....	13
4.1.5. Schmerz bei brandverletzten Patienten.....	14
4.2. Virtual Reality.....	16
4.2.1. Was ist Virtual Reality?.....	16
4.2.2. Virtual Reality-Programme	16
4.2.3. Aktueller Forschungsstand VR	18
5. Resultate	20
5.1. Darstellung der Studien	21
5.1.1. Use of virtual reality for adjunctive treatment of adult burn pain during physical therapy: a controlled study. (Hoffman et al., 2000).....	21
5.1.2. Effectiveness of Virtual Reality-Based Pain Control with multiple treatments. (Hoffman et al., 2001).....	22
5.1.3. The efficacy of playing a virtual reality game in modulating pain for children with acute burn injuries: A randomized controlled trial. (Das et al., 2005)	23
5.1.4. Virtual Reality Pain Control During Burn Wound Debridement in the Hydrotank. (Hoffman et al., 2007).....	24
5.1.5. The effect of virtual reality on pain and range of motion in adults with burn injuries. (Carrougher et al., 2009).....	25
5.1.6. A randomized, controlled trial of immersive virtual reality analgesia, during physical therapy for pediatric burns (Schmitt et al., 2010).....	26
5.2. Beschreibung PEDro-Kriterien	27
5.3. PEDro-Ergebnisse	28
5.4. Ergebnisse Schmerz	28
5.5. Ergebnisse Range of Motion.....	29
6. Diskussion.....	30
6.1. Kommentar PEDro-Kriterien	30

6.2.	Kommentar zu den einzelnen Studien	33
6.2.1.	Kommentar zu Hoffman et al. (2000):.....	33
6.2.2.	Kommentar zu Hoffman et al. (2001):.....	34
6.2.3.	Kommentar zu Das et al. (2005):.....	36
6.2.4.	Kommentar zu Hoffman et al. (2007):.....	37
6.2.5.	Kommentar zu Carrougner et al. (2009):.....	38
6.2.6.	Kommentar zu Schmitt et al. (2010):	39
6.3.	Diskussion Ergebnisse.....	40
6.4.	Diskussion Methodik	41
6.5.	Vergleichbarkeit der Studien	42
7.	Schlussfolgerung.....	43
7.1.	Beantwortung der Fragestellung.....	43
7.2.	Praxisrelevanz	43
7.3.	Weiterer Forschungsbedarf.....	44
7.4.	Zukunftsaussicht	44
8.	Wortzahl	44
9.	Anhang.....	45
9.1.	Literaturverzeichnis	45
9.2.	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	47
9.3.	Abkürzungsverzeichnis	48
9.4.	Glossar.....	49
9.5.	Definitive Search History.....	53
9.6.	Ausführliche Zusammenfassungen der Studien.....	53
9.6.1.	Use of virtual reality for adjunctive treatment of adult burn pain during physical therapy: a controlled study. (Hoffman, 2000)	53
9.6.2.	Effectiveness of Virtual Reality-Based Pain Control with multiple treatments. (Hoffman et al., 2001).....	55
9.6.3.	The efficacy of playing a virtual reality game in modulating pain for children with acute burn injuries: A randomized controlled trial. (Das et al., 2005)	58
9.6.4.	Virtual Reality Pain Control During Burn Wound Debridement in the Hydrotank. (Hoffman et al., 2007).....	60
9.6.5.	The effect of virtual reality on pain and range of motion in adults with burn injuries. (Carrougner et al., 2009).....	62
9.6.6.	A randomized, controlled trial of immersive virtual reality analgesia, during physical therapy for pediatric burns. (Schmitt et al., 2010).....	65
9.7.	Ausführliche PEDro-Kriterien	68
10.	Danksagung.....	74
11.	Eigenständigkeitserklärung	74

1. Abstract

Hintergrund: Da die medizinische Versorgung von Brandverletzten (Verbandswechsel, Wundversorgung und Physiotherapie) zu den schmerzhaftesten Prozeduren überhaupt zählt, haben Studien untersucht, wie kognitive* Verhaltensstrategien die medikamentöse Schmerzbehandlung unterstützen und somit die Behandlung erträglicher machen können. Seit den frühen 1990er hat der amerikanische Forscher Hoffman begonnen mit Virtual Reality (VR), einer Technologie zur Schmerzreduktion mittels Ablenkungsprinzip, zu arbeiten.

Ziel: Ziel dieser Arbeit ist, den Effekt von VR auf subjektiv wahrgenommene Schmerzen sowie Range of Motion* (ROM) während diversen Behandlungsinterventionen bei Verbrennungspatienten aufzuzeigen und folglich die Relevanz für die Physiotherapie abzuwägen.

Methode: Auf der Datenbank PubMed wurde eine Computer-generierte, systematische Literatursuche durchgeführt und das Risk of Bias der Studien durch die PEDro-Kriterien beurteilt. Ein Vergleich der Ergebnisse wurde durchgeführt und folglich die klinische Relevanz diskutiert.

Ergebnisse: Es wurden sechs randomisierte* kontrollierte Studien gewählt. Die Anwendung von VR zeigt statistisch signifikante und klinisch relevante Schmerzreduktionen im Vergleich zur Behandlung ohne VR. Bezüglich ROM konnte eine nicht statistisch signifikante Tendenz Richtung Bewegungsgewinn durch VR festgestellt werden.

Schlussfolgerung: VR hat als nicht-medikamentöse Zusatzanalgesie einen positiven Effekt auf Schmerzen und tendenziell auf ROM während der Behandlung von Verbrennungspatienten.

Keywords: Virtual Reality, burn injury, randomized controlled trial

2. Einleitung

2.1. Darstellung des Themas

Die Physiotherapie stellt einen wichtigen Bestandteil der Behandlung und Rehabilitation von Menschen nach Brandverletzungen dar. Der Beginn der physiotherapeutischen Betreuung erfolgt laut Gutbier und Reuther (2009) in der Regel am 2. Tag nach dem Trauma und wird über die Akutphase hinaus in der Rehabilitationsphase stationär und ambulant bis zur Abschliessung der Narbenbildung 1-2 Jahre später fortgesetzt. Da die Haut in den verletzten Regionen während der Wundheilung und späteren Narbenbildung dazu tendiert sich zu Narbensträngen zu kontrahieren, kann das Bewegungsausmass der Gelenke, abhängig von der Grösse und Lokalisation der Brandverletzung, stark beeinträchtigt werden. Um diesen allfälligen Gelenkkontrakturen* entgegenzuwirken sind oft mehrmals täglich physiotherapeutische Interventionen wie Gelenkmobilisationen und Kontrakturprophylaxen unabdingbar, welche jedoch trotz medikamentöser Analgesie* häufig nur unter grossen Schmerzen seitens des Patienten durchführbar sind. (Gutbier et al., 2009) Die des Weiteren im Zentrum stehende Wundversorgung, das heisst Verbandswechsel und Débridement*, gehört laut Malloy und Milling (2010) ebenfalls zu den schmerzhaftesten medizinischen Interventionen überhaupt und stellt dadurch ein weit verbreitetes Problem in der Behandlung und Versorgung von Brandverletzten dar. Da dieser prozedurale Schmerz durch Medikamentengabe oftmals nur ungenügend abgedeckt werden kann, finden zusätzliche psychologische Techniken eine grosse Anwendung. Untersuchungen haben gezeigt, dass kognitive Ablenkungsstrategien wie z.B. Musikhören, Filmschauen oder Hypnose die Schmerzwahrnehmung positiv beeinflussen können. (Carrougner et al., 2009) „Immersive Virtual Reality“ (VR) ist eine neuere Form von kognitiver Ablenkung. Diverse Studien haben untersucht, ob durch dessen Einsatz während verschiedenen medizinischen, pflegerischen und therapeutischen Prozeduren ein schmerzlindernder Effekt für die Patienten erzielt werden kann. In dieser Arbeit möchte sich die Autorin konkret mit der Anwendung von VR während der medizinischen Behandlung von brandverletzten Menschen und dessen Nutzen bezüglich subjektiv empfundener Schmerzsituation und ROM der beeinträchtigten Gelenke auseinandersetzen.

2.2. Relevanz für die Praxis

Intensive Ergo- und Physiotherapie sind laut Haik et al. (2006) wichtige Bestandteile der Rehabilitation von Brandverletzten, u.a. zur Prävention und Minimierung von Langzeitbehinderungen. Die Mobilisation der von der Verbrennung betroffenen Gelenke zur Kontrakturprophylaxe ist wichtig um die Elastizität des heilenden Hautgewebes zu verbessern, überschüssige Vernarbungen zu vermeiden und das volle Bewegungsausmass und dadurch die Alltagsfunktion zu erhalten. (Carrougner et al., 2009)

Dabei ist der Umgang mit den oftmals qualvollen Schmerzen des Patienten während der Behandlung nicht einfach für die betroffenen Therapeuten. Die Schmerzen können unter Umständen dazu führen, dass Patienten demotiviert sind und ihre Übungen nicht konsequent durchführen. Eine fehlende Compliance* des Patienten kann zu sekundären Komplikationen und schlimmstenfalls zu permanenten Bewegungseinschränkungen oder sogar zur Notwendigkeit von weiteren operativen Massnahmen führen. (Ehde, Patterson und Fordyce, 1998, zit. nach Haik et al., 2006, S.195)

Durch eine Reduktion der Schmerzsituation während therapeutischen Massnahmen erhoffen sich Haik et al. (2006), die Kooperation der Patienten erhöhen und dadurch den Heilungs- und Rehabilitationsprozess beschleunigen und funktionelle Outcomes verbessern zu können.

2.3. Fragestellung

Aus der Literaturrecherche leitet sich folgende Fragestellung ab:

„Welchen Effekt hat Virtual Reality auf Schmerzen und Range of Motion bei der Behandlung von Verbrennungspatienten?“

2.4. Zielsetzung

Das Ziel dieser Arbeit ist, die Anwendung von VR als Ablenkung während der medizinischen Versorgung von Brandverletzten aufzuzeigen und dessen Wirkung auf die akute Schmerzsituation sowie dem funktionellen Outcome ROM zu erläutern. Daraus wird folglich die Relevanz für die Praxis abgewägt und die Verbindung zur Physiotherapie hergestellt.

3. Methodik

Die gewählte Fragestellung wurde mittels einer systematischen Literaturrecherche bearbeitet. Der zeitliche Rahmen der Recherche erstreckte sich von September 2013 bis Januar 2014.

Es wurde v.a. die Datenbank pubMed verwendet, wobei die Suchergebnisse mit denjenigen der Datenbanken Medline, Cochrane Library und PsychInfo abgeglichen wurden.

Die sensitiv gestaltete Suche auf pubMed wurde anhand der Booleschen Operatoren AND und OR präzisiert. Ein zusätzlicher Alert der Datenbank wurde eingerichtet um über nachträglich hinzugefügte Literatur informiert zu werden.

Die detaillierte Suchstrategie ist im Anhang als Search History angefügt.

Die Suche nach zusätzlicher Fachliteratur erfolgte mittels manueller Suche in der Bibliothek und über den NEBIS Katalog der ZHAW des Departementes Gesundheit.

Der beschriebene Suchhergang bezüglich Studien lieferte 64 Ergebnisse auf pubMed, welche in einem zweistufigen Screeningprozess aussortiert wurden. Der erste Schritt bildete das Screening des Titels und des Abstracts gemäss der im Vorfeld festgelegten Ein- und Ausschlusskriterien. Mehrere Studien und Paper, die somit zwar zur Bearbeitung der Fragestellung verworfen wurden, sind trotzdem als theoretische Grundlage und Hintergrundinformation beibehalten worden.

Tabelle 1
Einschluss- und Ausschlusskriterien bei der Studiensuche

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
<p>P: Verbrennungsverletzungen verschiedener Schweregrade</p> <p>I: Durchführung medizinischer Interventionen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Interventionssituation: mit gleichzeitiger Anwendung von immersiver, interaktiver 3D Virtual Reality-Ablenkung ▪ Kontrollsituation: ohne jegliche Ablenkungstechniken <p>O: Schmerz und/oder Range of Motion</p> <p>Studie: Deutsche oder englische Sprache</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Spezielle Patientengruppen, beispielsweise Soldaten ▪ Studien in Entwicklungsländern ▪ Studien mit Tieren

Anmerkung: P: Patient, I: Intervention, O: Outcome

Durch das Screening von Titel und Abstract konnte die Anzahl Studien von 64 auf 10 reduziert werden. Die übrig gebliebenen Studien erfüllten alle soweit beurteilbar die erwünschten Kriterien und wurden anschliessend in einem zweiten Schritt durch das Lesen des Fulltextes aussortiert. Ausserdem wurde weiterführend in den Referenzlisten der gefundenen Studien nach allfälligen zusätzlichen Paper und Literatur gesucht. Nach dem ersten Screeningschritt wurde entschieden, nur Studien mit dem Design einer randomisierten, kontrollierten Studie (RCT) in die Arbeit einzuschliessen. Durch das zweite Screening konnten wiederum vier weitere Studien aussortiert werden, sodass schlussendlich sechs Studien in die Arbeit eingeschlossen werden konnten. Da nur RCTs in der Arbeit berücksichtigt werden, wird die PEDro-Skala von Hegenscheidt, Harth und Scherfer (2008) als einheitliches Beurteilungsinstrument benützt. Die Autorin definiert dabei Studien ab fünf Punkten als „mittelmässig bis gut“ und Studien ab sieben Punkten als „gut bis sehr gut“ bezüglich methodologischen Vorgehens.

Tabelle 2
Studienauswahl nach dem zweiten Screening

Studie	JA/NEIN	Grund für Ausschluss
Virtual reality as an adjunctive pain control during burn wound care in adolescent patients. (Hoffman et al., 1999)	NEIN	Intervention: VR wird mit Ablenkung durch das Spielen eines Video Games verglichen
Use of virtual reality for adjunctive treatment of adult burn pain during physical therapy: a controlled study. (Hoffman et al., 2000)	JA	
Effectiveness of virtual reality-based pain control with multiple treatments (Hoffman et al., 2001)	JA	
Water-friendly virtual reality pain control during wound care. (Hoffman et al., 2004)	NEIN	Design: single case study
The efficacy of playing a virtual reality game in modulating pain for children with acute burn injuries : a randomized controlled trial. (Das et al., 2005)	JA	
Factors influencing the efficacy of virtual reality distraction analgesia during postburn physical therapy : preliminary results from 3 ongoing studies. (Sharar et al., 2007)	NEIN	Die Studie nimmt Ergebnisse von 3 verschiedenen noch nicht abgeschlossenen Studien zusammen. Die später abgeschlossenen und in zwei Papers veröffentlichten Studien (Carrougher, 2009 & Schmitt, 2010) werden einbezogen.
Virtual reality pain control during burn wound debridement in the hydrotank. (Hoffman et al., 2007)	JA	
The effect of virtual reality on pain and range of motion in adults with burn injuries. (Carrougher et al., 2009)	JA	
A randomized, controlled trial of immersive virtual reality analgesia, during physical therapy for pediatric burns. (Schmitt et al., 2010)	JA	
Virtual reality for acute pain reduction in adolescents undergoing burn wound care : A prospective randomized controlled trial. (Kipping et al., 2011)	NEIN	Intervention: VR wird mit Standard-Ablenkung verglichen, d.h. in der Kontrollsituation erhält der Proband ebenfalls Ablenkung (in Form von Fernsehen, Geschichten, Musik etc.)

4. Theoretischer Hintergrund

4.1. Schmerz

4.1.1. Definition Schmerz

Brenner und Andel (2009) zitieren folgende Definition von Schmerz:

„Schmerz wird definiert als ein unangenehmes Sinnes- und Gefühlserlebnis, das mit aktueller oder potentieller Gewebeschädigung verknüpft ist oder mit Begriffen einer solchen Schädigung beschrieben wird (IASP, International Association for the Study of Pain).“

4.1.2. Schmerzleitung

Im peripheren Nervensystem* (PNS) gibt es sogenannte Nozizeptoren (freie Nervenendigungen zur Schmerzreizerfassung), die eine solch hohe Erregungsschwelle besitzen, dass sie nur durch gewebsschädigende oder potentiell gewebsschädigende Reize erregt werden. (Gallacchi und Pilger, 2005)

Diese Nervenendigungen reagieren auf mechanische, thermische und chemische Noxen* und kommen in allen Organen ausser dem zentralen Nervensystem* (ZNS) in unterschiedlicher Dichte vor. (Rohkamm, 2008)

Gemäss Brenner et al. (2009) werden Schmerzreize aus der Peripherie über diese Nozizeptoren an die Hinterhornzellen des Rückenmarks geleitet, wobei es schnelle A δ - und langsame C-Fasern als Leiter gibt. Dort findet eine Umschaltung auf zentrale Neuronen* statt. Über den Tractus spinothalamicus* (Vorderseitenstrang) wird das Signal dann vom Rückenmark zum Gehirn transportiert (Gallacchi et al., 2005).

Im Thalamus* angekommen wird der Impuls als Schmerz identifiziert und im Hypothalamus* findet eine Stimulation des Sympathikus* statt. Der Thalamus hat weiterführend die Funktion des Verteilers und der Kategorisierung der ankommenden Informationen. (Gallacchi et al., 2005)

Vom Thalamus aus gelangen die nozizeptiven* Impulse wiederum ins Limbische System* und schlussendlich zum sensorischen Kortex*. In der Literatur wird beschrieben, dass das Limbische System die Affektivität* zum Schmerzerlebnis bestimmt, wie zum Beispiel die Verknüpfung mit Angst oder Leiden. Die Kognition dazu wird durch den Kortex gesteuert,

das heisst unter anderem die Lokalisation, Intensität und Qualität des Schmerzes oder zielgerichtete Handlungen zur Gefahrenabwehr. (Gallacchi et al., 2005)

Eine präventive Schmerzbehandlung durch Medikamente kann die genannte Weiterleitung der Schmerzimpulse verhindern und einer Hypersensibilisierung und somit der Ausbildung eines Schmerzgedächtnisses vorbeugen. (Brenner et al., 2009)

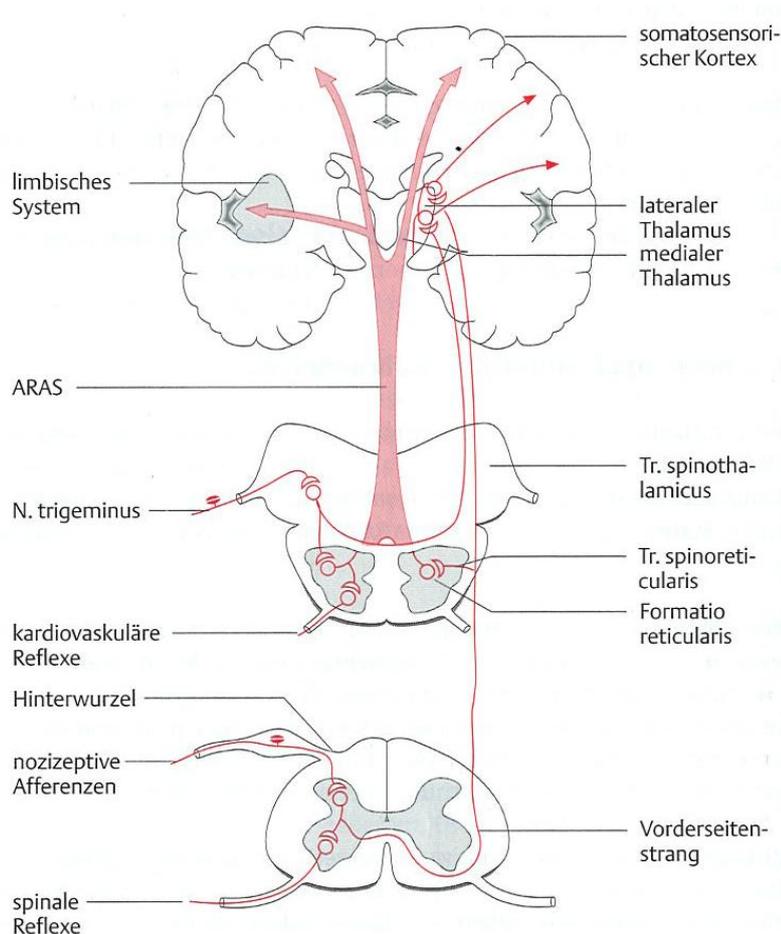


Abbildung 1
Das schmerzverarbeitende System nach Zimmermann, 1984. Aus Gallacchi et al. (2005, S. 28)

4.1.3. Schmerzmodulation und -wahrnehmung

Die Schmerzinformation aus der Peripherie wird im ZNS verarbeitet. Es gibt gemäss Gallacchi et al. (2005) diverse Systeme, die die Empfindlichkeit und Reaktionen der Schmerzverarbeitung vom Rückenmark bis zur kortikalen* Ebene modulieren können. Der bedeutendste Ort einer solchen Modulation ist in den Hinterhornneuronen des Rückenmarks, wo eine Kontrolle des Gehirns über die sensorischen Reize stattfinden kann. Dies wird entweder über segmental hemmende Neurotransmitter* wie zum Beispiel Endorphine* oder über absteigend hemmende Impulse beispielsweise aus dem

Limbischen System, dem Kortex, dem Zwischenhirn oder dem periaquäduktalen Grau (zentrales Höhlengrau) durch Neurotransmitter wie Serotonin* oder Noradrenalin* erreicht. Dies bedeutet laut Rohkamm (2008), dass psychische Faktoren, z.B. Stress, Angst oder Erwartung, die Schmerzwahrnehmung verstärken bzw. auch verringern können.

Auch andere nicht-nozizeptive afferente* Informationen können eine Hemmung des Schmerzimpulses bewirken, was in der Gate-Control-Theorie beschrieben wird. In dieser Theorie nimmt das Hinterhorn des Rückenmarks die Funktion eines selektiven „Tores“ für ankommende Schmerzimpulse ein.

Schmerzwahrnehmung bedeutet laut Gallacchi et al. (2005), dass „ein Nozizeptor auf einen Schmerzreiz reagiert und eine Erregung über verschiedene Verschaltungen nach kortikal weitergeleitet wird, um dort als Schmerz wahrgenommen zu werden“.

4.1.4. Schmerzkomponenten

Die Schmerzempfindung beinhaltet gemäss Gallacchi et al. (2005) fünf Aspekte, welche die Erfassung von Schmerz zu einem komplexen Unterfangen machen. Schmerz ist vollständig subjektiv und wird unter anderem aufgrund persönlicher Erfahrungen, Schmerzverständnis, Herkunft oder Erziehung von jedem Individuum unterschiedlich bewertet.

Tabelle 3
Die fünf Schmerzkomponenten. Aus Gallacchi et al. (2005, S. 58-59)

Sensorisch-diskriminative Komponente:	Sinnesempfindung des Schmerzes: Lokalisation, Dauer, Intensität, Unterscheidung zwischen nozizeptiven und nicht-nozizeptiven Reizen
Affektive Komponente:	Emotionale Ausgangslage und aktuelle Umstände
Vegetative Komponente:	Reflektorische Reaktionen über das vegetative Nervensystem*
Motorische Komponente:	Reflexartige Reaktionen, z.B. Flucht- oder Schutzreflexe, Muskelverspannungen, Verhaltensäusserungen
Kognitive Komponente:	Bewertung durch Vergleich mit gespeicherten Schmerzerfahrungen

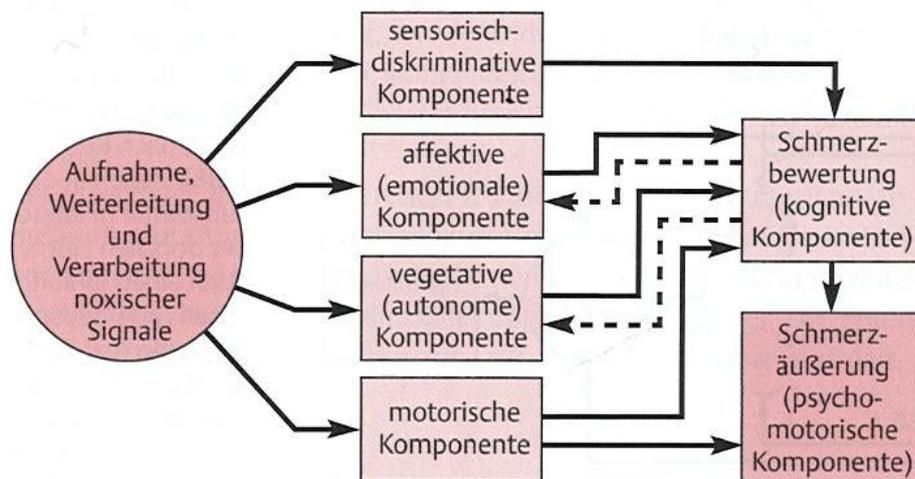


Abbildung 2

Schematische Darstellung der durch die nozizeptive Information aktivierten Komponenten des schmerzverarbeitenden Systems nach Schmidt und Thews, 1995. Aus Gallacchi et al. (2005, S. 58)

4.1.5. Schmerz bei brandverletzten Patienten

Gemäss Buhre und Wappler (2009) kommen nach einem Verbrennungstrauma v.a. zwei Arten von Schmerz vor:

Tabelle 4
Schmerzen bei Verbrennungspatienten. Aus Buhre et al. (2009, S.63)

Wundschmerz	Massnahmebedingter Schmerz („procedural pain“, „breakthrough pain“)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Konstant ▪ in Verbrennungsarealen und an eventuellen Hautentnahmestellen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ durch Wundreinigung, Verbandswechsel, Débridements, Lagerung, Physiotherapie etc.

Patienten nach Verbrennungen erleben oft die extremsten Schmerzexazerbationen* während diesen oben erwähnten medizinischen Massnahmen, welche anfänglich bis zu zweimal am Tag durchgeführt werden müssen. (Latarjet und Choinère, 1995)

Ein wichtiger Teil des Behandlungsansatzes bei Patienten nach Brandverletzungen ist eine möglichst umfangreiche Schmerz- und Stressfreiheit, da Schmerz und Stress pathophysiologisch zu einer Ausschüttung von Katecholaminen* und somit zu einer peripheren Vasokonstriktion* führen. Dies wiederum hat einen negativen Einfluss auf die Wundheilung. (Brenner et al., 2009)

Weissman und Haddox (1989, zit. nach Latarjet et al., 1995, S.344) erwähnen, dass ein ungenügendes Schmerzmanagement in einem Vertrauensverlust zwischen den Gesundheitsfachleuten und dem Patienten resultieren kann, welches den normalen

Behandlungsverlauf unter Umständen erheblich behindert. Des Weiteren spiele eine allfällige Unterbehandlung der Schmerzen ein wichtiger Faktor in der Ausbildung von psychischen Störungen, wie beispielsweise depressive Syndrome und Post-Traumatische Belastungsstörungen. (Courtemanche und Robinow, 1989, zit. nach Latarjet et al., 1995, S.344)

Trotz diesen Tatsachen wird die Schmerzsituation bei Verbrennungspatienten oft ungenügend behandelt, insbesondere bei Kindern. In einer Studie mit Schwerbrandverletzten gaben 84% der Patienten während der Wundversorgung noch „starke bis qualvolle“ Schmerzen an, obwohl sie eine Standarddosis an Morphin* erhielten. (Perry, Heidrich und Ramos, 1981, zit. nach Hoffman, Patterson, Carrougher und Sharar, 2001, S. 230)

In weiteren Studien (Carrougher et al., 2006, zit. nach Schmitt et al., 2010, S. 62) ergaben die Resultate ebenfalls, dass Verbrennungspatienten trotz Opioidgabe* noch einen durchschnittlichen massnahmenbedingten Schmerz von sieben auf einer Skala von 1-10 empfanden.

Latarjet et al. (1995) nennen für diese tendenzielle Unterversorgung vier Haupterklärungen:

1. Angst vor den Nebeneffekten von Opioiden
2. Angst vor der Abhängigkeit von Opioiden
3. Ungenügende Schmerz-Evaluation
4. Fehlen eines einheitlichen Schmerzmanagement-Protokolls

Typische Nebenwirkungen von Opioiden sind Atemdepression*, Müdigkeit, Euphorie, Obstipation*, Übelkeit und Erbrechen sowie Abhängigkeit. (Gallacchi et al., 2005)
Regelmässige Anwendung von Opioiden über längere Zeit kann zu einer langsamen Abnahme des Effektes bei gleichbleibender Dosis führen, der sogenannten Toleranzentwicklung. Bei der medikamentösen Versorgung von Verbrennungspatienten über Wochen oder Monate muss die Dosis häufig erhöht werden um die gleiche Schmerzlinderung erzielen zu können. (Hoffman et al., 2011)
Oft genügen jedoch auch maximale Dosen an Opioid nicht mehr um den Schmerz vollständig zu kontrollieren.

4.2. Virtual Reality

4.2.1. Was ist Virtual Reality?

VR wurde ursprünglich zu reinen Unterhaltungszwecken konzipiert. In den letzten zehn Jahren wurde es jedoch zunehmend auch für medizinische Zwecke eingesetzt, wie z.B. im Schmerzmanagement, in der physischen Rehabilitation und zur Behandlung von psychischen Störungen wie Phobien, Posttraumatischen Belastungsstörungen und Angststörungen. (Li, Montaña, Chen und Gold, 2011)

Ein immersives* 3D VR-System (Hoffman, Richards, Coda, Richards und Sharar, 2003) besteht typischerweise aus einer VR-Software, einem Head-Tracking Sensor, einem über einen Helm oder eine Brille montierten Display, dreidimensionalen Sound Effekten und einem Input Device. Ein solches Input Device kann z.B. ein Joystick sein, womit der Proband in der virtuellen Umgebung interagieren kann. Der Tracking Sensor registriert jede Kopfbewegung und jeden Richtungswechsel und gleicht somit das Bild der virtuellen Welt mit den Bewegungen der Person im Raum ab. Dies gibt der Person den Eindruck, in der Umgebung umher sehen und gehen zu können. Das Ziel von VR ist, der Person die Illusion zu vermitteln sich in eine virtuelle Welt zu begeben und die reale Umgebung zu vergessen. Ein wichtiger Bestandteil dieser Illusion sind die multi-sensorischen Inputs, die auf den Betroffenen einwirken. Visuelle, auditive und taktile Reize resultieren in einem Gefühl der eigenen Präsenz in der virtuellen Welt. (Hoffman et al., 2003)

Durch diese starke Illusion der Präsenz unterscheidet sich VR von anderen simpleren Ablenkungsformen wie z.B. Filmschauen, Musik hören oder Video Games spielen. Ausserdem hat VR auch den Vorteil, unerwünschte visuelle Reize gänzlich ausblenden zu können. Beispielsweise kann der Patient das Behandlungszimmer, das Behandlungsmaterial sowie die Fachkräfte nicht sehen, welche er unter Umständen mit Angst und Schmerz in Verbindung bringt. Auch der Anblick der mit dem Trauma verbundenen Wunde sowie Geräusche während der Behandlung werden somit ausgeblendet. (Haik et al., 2006)

4.2.2. Virtual Reality-Programme

Die erste immersive VR-Software war das vom Forschungsteam um Hunter Hoffman kreierte Programm SnowWorld (Hoffman et al., 2005). Es wird seit dem Jahr 2000 am UW Burn Center im Harborview Medical Center in Seattle verwendet. SnowWorld wurde speziell für die Behandlung von akuten Verbrennungsschmerzen entwickelt, wobei die

eisige Umgebung einen Kontrast zu den üblichen mit Verbrennung verbundenen Assoziationen bilden soll. In SnowWorld kann der Patient in einer computer-generierten 3D-Umgebung aktiv herumschauen und durch das Drücken einer Taste Schneebälle auf Schneemänner, Iglus, Roboter und Pinguine werfen. Durch die Möglichkeit mit den virtuellen Objekten zu interagieren, den 3D-Sound Effekten und dadurch, dass die reale Umgebung durch die Brille vollständig verdeckt ist, wird eine starke Illusion erzeugt. Ein weiteres VR-Programm, welches zum Teil in den Studien gebraucht wurde, ist SpiderWorld. Das Spezielle an dieser Software ist, dass hier im Gegensatz zu SnowWorld die taktilen Reize vermehrt gefördert werden, das heisst, dass man beispielsweise in der virtuellen Umgebung eine Riesenspinne sieht, welche durch einen Positionssensor mit einer nachgemachten haarigen Spinne in der echten Welt verbunden ist. Somit können sich die Patienten in der 3D-Welt bewegen, herumschauen und die Spinne tatsächlich auch anfassen. (Hoffman et al., 2001)

Auf dieser VR aufbauend wurde laut Hoffman et al. (2005) später eine neue VR-Technik entwickelt, die auch in der Nähe von Wasser gefahrlos verwendet werden kann. Dies ermöglichte Studien während der Behandlung von Brandverletzten im Hydrotank, einer sterilen Badewanne in welcher im schmerzhaften Frühstadium die Wundsäuberung mit Abtragen des nekrotischen* Gewebes und der Verbandswechsel durchgeführt und erleichtert wird.



Abbildung 3
Gelenkmobilisation mit VR. Aus Sharar et al. (2008, S. 13, Figure 3)



Abbildung 4
Wundversorgung im Hydrotank mit VR. Aus Sharar et al. (2008, S. 12, Figure 2)

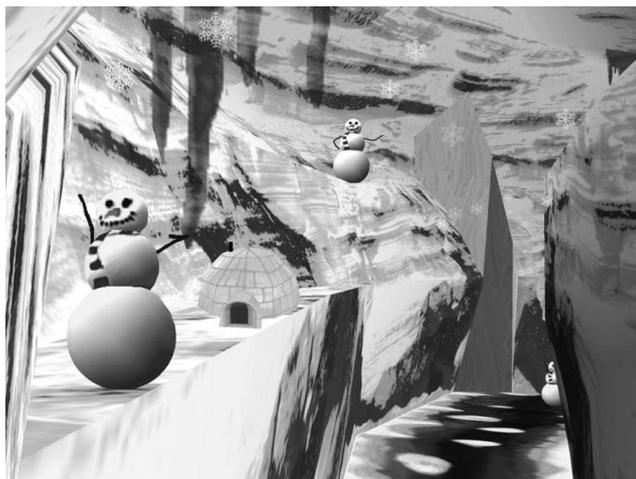


Abbildung 5
SnowWorld. Aus Carrougher et al. (2009, S. 11, Figure 3)

4.2.3. Aktueller Forschungsstand VR

Die Behandlung von Verbrennungspatienten ist eines der bisher meist untersuchten Anwendungsgebiete der VR Technologie.

Studien untersuchten u.a. den schmerzlindernden Effekt durch VR mittels funktionellem MRI (fMRI). Man konnte darin sehen, dass während der Anwendung von VR eine signifikant reduzierte Aktivität in denjenigen Hirnregionen stattfand, die normalerweise während experimentell durchgeführter thermischer Schmerzstimulation stark aktiviert sind. (Li et al., 2011) Die fünf bei akutem Schmerz am meisten betroffenen Hirnareale sind

gemäss Hoffman et al. (2004) der anteriore cinguläre Kortex, der primäre und sekundäre somatosensorische Kortex, die Insula* und der Thalamus. Dies lieferte nebst Studien, in denen subjektive Schmerzen untersucht wurden, erstmals auch objektive Evidenz für die Wirksamkeit von VR. Die genauen neurobiologischen Mechanismen dafür sind jedoch noch nicht bekannt.

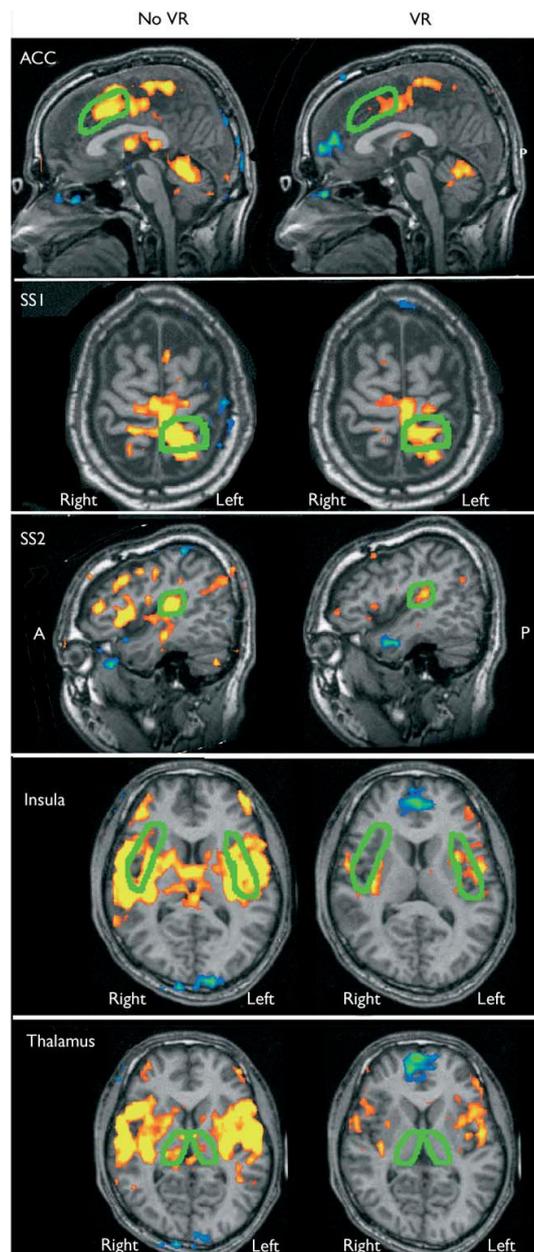


Abbildung 6

Vergleich der Hirnregionenaktivität zwischen VR und No VR während je 3.5min im fMRI. Aus Hoffman et al. (2004, S. 1247, Figure 1)

Anmerkung: Die grünen Kreise zeigen: 1) anteriorer cingulärer Kortex, 2) primär somatosensorischer Kortex, 3) sekundär somatosensorischer Kortex, 4) Insula und 5) Thalamus.

Tatsächlich sind bis heute nebst des Mechanismus der Ablenkung erst wenige andere Erklärungs-Modelle über den schmerzlindernden Effekt von VR vorhanden. Eine mögliche Erklärung von McCaul und Malott (1984, zit. nach Li et al., 2011, S. 2) ist beispielsweise das Prinzip der Aufmerksamkeit. Um einen Schmerzreiz als solchen interpretieren zu können braucht es bewusstes Wahrnehmen. Sie behaupten, dass der Mensch eine begrenzte Kapazität an Aufmerksamkeit zur Verfügung hat und je mehr von dieser Aufmerksamkeit auf etwas anderes gerichtet wird, desto weniger kognitive Kapazität bleibt für die Wahrnehmung und Verarbeitung des gleichzeitig ankommenden Schmerzreizes übrig. Das heisst, wenn man sich auf andere Stimuli wie die visuellen, taktilen und auditiven Reize bei VR konzentriert, wird der schmerzhafteste Impuls beispielsweise während einer physiotherapeutischen Intervention als weniger intensiv wahrgenommen. Zwei identische Reize können also als mehr oder weniger schmerzhaft interpretiert werden, je nach dem was die Person zu dem Zeitpunkt denkt und wohin sie ihre Aufmerksamkeit fokussiert (Melzack und Wall, 1965, zit. nach Li et al., 2011, S.2). Diese kognitiven Einflüsse existieren um die nozizeptiven Signale zu modulieren, inhibieren* oder modifizieren. (Hoffman, Patterson und Carrougher, 2000)

Es wird vorausgesagt, dass VR in den nächsten Jahren einen bedeutenden Einfluss in den Gebieten von akutem und chronischem Schmerzmanagement sowie in der psychiatrischen und physischen Rehabilitation haben wird. Die Erforschung von VR im Zusammenhang mit chronischen Schmerzen ist im Gegensatz zum akuten Schmerz noch in ihren Anfängen, man verspricht sich jedoch grosses Potential auf diesem Gebiet. Da die Kosten rund um die Technologie sinken und sie immer mehr patientenangepasst gestaltet werden kann, wird VR in Zukunft eine vermehrt breitere Anwendung im klinischen Alltag erfahren können. (Li et al., 2011)

5. Resultate

Nach der erfolgten Literatursichtung wurden insgesamt sechs Studien ausgewählt und im folgenden Teil nach Erscheinungsjahr geordnet kurz beschrieben. Die im Anschluss aufgeführte Übersicht der PEDro-Beurteilung dient zur Erfassung der methodologischen Qualität und schätzt somit das Risk of Bias der jeweiligen Studie ein. Die ausführlicheren Zusammenfassungen der Studien und PEDro-Beurteilungen sind im Anhang beigefügt. Abkürzungen in den nachfolgenden Tabellen werden im Abkürzungsverzeichnis erklärt.

5.1. Darstellung der Studien

5.1.1. Use of virtual reality for adjunctive treatment of adult burn pain during physical therapy: a controlled study. (Hoffman et al., 2000)

Tabelle 5
Zusammenfassung Hoffman et al. (2000)

Ziel	Die Studie untersuchte, ob der Einsatz von immersiver VR den prozeduralen Schmerz bei Verbrennungspatienten während der Physiotherapie verringern kann.
Patient	N: 12 (11M, 1F) Alter: 19-47J. (mean 27.67J.) Verbrennungsausmass: mean 21% KOF (11 an oEx, 1 an uEx) EK: SZ während PT, keine Erfahrung mit VR Ort: USA
Intervention	Eine einzige PT-Sitzung mit OT: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 3min Gelenksmobilisation (medikamentöse Standardanalgesie ohne VR) ▪ 3min Gelenksmobilisation (medikamentöse Standardanalgesie mit VR) <p><i>Reihenfolge randomisiert</i> <i>VR=SpiderWorld</i></p>
Outcome	Messparameter 100-mm VAS: 1) Zeit, die man an SZ und/oder Verletzung gedacht hat 2) Schlimmster SZ 3) Durchschnittlicher SZ 4) Wie fest Wunde gestört hat 5) Unannehmlichkeit PT 6) Angst (Jeweils nach jeder 3-min Sequenz von Pat. bewertet) Goniometer: 7) ROM (Jeweils nach jeder 3-min Sequenz durch behandelnder OT gemessen) 100-mm VAS nur nach VR: 8) Übelkeit 9) Präsenz in VR 10) Echtheit der VR Resultate ($p < 0.008$) SZ während VR: 1) von 60.75 auf 13.67mm, $p=0.000$ 2) von 42.00 auf 19.92mm, $p=0.002$ 3) von 36.33 auf 14.67mm, $p=0.002$ 4) von 46.08 auf 13.84mm, $p=0.001$ 5) von 43.18 auf 10.09mm, $p=0.000$ <ul style="list-style-type: none"> ▪ alle signifikant tiefer ▪ die 3 Probanden mit dem grössten Gefühl der Präsenz hatten die grösste Schmerz-/Angstreduktion und umgekehrt Max. ROM während VR: 7) grösser oder gleich bei 10 von 12 Pat.

5.1.2. Effectiveness of Virtual Reality-Based Pain Control with multiple treatments. (Hoffman et al., 2001)

Tabelle 6
Zusammenfassung Hoffman et al. (2001)

Ziel	Das Ziel der Studie war zu untersuchen, ob VR über wiederholte Anwendungen hinweg zu einer Reduktion von Schmerzen bei Verbrennungspatienten während der Physiotherapie führen kann.
Patient	<p>N: 7 (6M, 1F) Alter: 9-32 J. (mean 21.9J.) Verbrennungsausmass: mean 23.7% KOF (range 3-60%) EK: VAS 5 oder mehr während PT, keine Erfahrung mit VR Ort: USA</p>
Intervention	<p>PT an min. 3 separaten Tagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ akt.-ass. Mobilisierung durch OT (medikamentöse Standardanalgesie mit VR) ▪ akt.-ass. Mobilisierung durch OT (medikamentöse Standardanalgesie ohne VR) <p><i>Jeweils gleiche Dauer, Reihenfolge randomisiert</i> <i>Pat. nimmt so lange an Studie teil bis Entlassung aus Spital oder OP</i> <i>VR=SpiderWorld (erster Pat.), SnowWorld (restliche Pat.)</i></p>
Outcome	<p>Messparameter</p> <p>100-mm VAS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Zeit, die man an den SZ und/oder Wunde gedacht hat 2) Unannehmlichkeit der PT 3) Wie fest Wunde gestört hat 4) Schlimmster SZ 5) Durchschnittlicher SZ <p><i>(jeweils nach jeder Sequenz durch Pat. bewertet)</i></p> <p>Goniometer:</p> <ol style="list-style-type: none"> 6) ROM <p><i>(jeweils nach jeder Sequenz durch behandelnder OT gemessen)</i></p> <p>100-mm VAS nur nach VR:</p> <ol style="list-style-type: none"> 7) Übelkeit 8) Präsenz in VR 9) Echtheit der VR <p>Resultate ($p < 0.01$) <i>(Analyse der Resultate nur von 3 Tagen, da danach zu viele drop-outs)</i></p> <p>SZ während VR:</p> <p>1), 2), 3), 4) und 5) summiert:</p> <p>Tag 1: von 71.94 auf 32.40mm, $p=0.000$ Tag 2: von 67.41 auf 30.84mm, $p=0.004$ Tag 3: von 77.89 auf 34.41mm, $p=0.003$</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ alle signifikant tiefer ▪ an allen drei Tagen gleich grosser Effekt erzielt ▪ einzelne Werte: nur 1) ist an allen 3 Tagen, 2) nur an Tag 2 und 3) nur an Tag 3 signifikant <p>Max. ROM während VR:</p> <p>6) ROM ausser am 2. Tag bei allen grösser</p> <p>Tag 1: ROMDIFF: 15.4° Tag 2: ROMDIFF: -6.67° Tag 3: ROMDIFF: 1.25°</p>

5.1.3. The efficacy of playing a virtual reality game in modulating pain for children with acute burn injuries: A randomized controlled trial. (Das et al., 2005)

Tabelle 7
Zusammenfassung Das et al. (2005)

Ziel	Die Studie untersuchte, ob das Spielen eines Virtual Reality Spiels während dem Verbandswechsel die akuten Schmerzen bei Kindern mit Brandverletzungen verringert.
Patient	<p>N: 9 (6M, 3F) Alter: 5-16J. (mean 10J.) Verbrennungsausmass: mean 5.3% KOF (SD 3.4 %) EK: Benötigen Verbandswechsel; Verbrennungsausmass >3% KOF AK: Verletzungen an Händen, Gesicht, Kopf; Epilepsie; verminderte intellektuelle Kapazität Ort: Australien</p>
Intervention	<p>Verbandswechsel:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ medikamentöse Standardanalgesie ohne VR ▪ medikamentöse Standardanalgesie mit VR <p>1. Hälfte = Entfernen alter Bandagen 2. Hälfte = Débridement Wunde und Applikation neuer Verband</p> <p><i>Reihenfolge randomisiert</i> <i>Insgesamt 11 Trials zu verschiedenen Zeitpunkten (mean 1.6 Trials pro Kind)</i> <i>VR=shooting monsters</i></p>
Outcome	<p>Messparameter</p> <p>Faces pain Scale: 1) Durchschnittlicher SZ <i>(jeweils nach jeder Behandlungssequenz durch Pat. bewertet)</i></p> <p>Standardisierter Fragebogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Angstgefühl der Kinder - Schmerzwahrnehmung der Kinder - Nutzen von VR in einem klinischen Setting <p><i>(am Ende der Behandlung durch Kind, Eltern, Pflegepersonal ausgefüllt)</i></p> <p>Resultate ($p < 0.01$) <i>Vollständige Datenerhebung nur bei n=7 (mean 11.1J., SD 3.5J.), Grund: Benommenheit durch Schmerzmedikamente, welche adäquaten Umgang mit VR verhinderten</i></p> <p>SZ während VR: 1) von 4.1 (SD 2.9) auf 1.3 (SD 1.8)</p> <p>SZ-Differenz: 1) 3.2 (SD 2.1)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ signifikant tiefer ▪ bei allen Kindern ausser einem Verbesserung 1) von min. 2 Punkten auf der Faces pain Skala <p>Fragebogen: Nur positive Kommentare</p>

5.1.4. Virtual Reality Pain Control During Burn Wound Debridement in the Hydrotank. (Hoffman et al., 2007)

Tabelle 8
Zusammenfassung Hoffman et al. (2007)

Ziel	Die Studie untersuchte den Effekt von wasserverträglicher VR während der Behandlung von Verbrennungspatienten mit starken Schmerzen („severe to excruciating pain“) während dem Wund-Débridement im Hydrotank.
Patient	<p>N: 11 (11M, 0F) Alter: 9-40J. (mean 27J.) Verbrennungsausmass: nicht angegeben (10 an oEx, 1 an uEx) EK: exzessive SZ während Wundversorgung Ort: USA</p>
Intervention	<p>Einmalige Wundversorgung im Hydrotank durch Pflegeperson:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 3min (medikamentöse Standardanalgesie ohne VR) ▪ 3min (medikamentöse Standardanalgesie mit VR) <p><i>Reihenfolge randomisiert</i> <i>Es wurde diejenige Sequenz der Wundversorgung ausgewählt, die bei einer vergangenen Behandlung am schmerzhaftesten war</i> <i>VR=SnowWorld (wasserverträglich)</i></p>
Outcome	<p>Messparameter</p> <p>0-10 GRS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Schlimmster SZ 2) Zeit, die man an SZ gedacht hat 3) Unannehmlichkeit des SZ <p><i>(jeweils nach jeder 3-min Sequenz durch Pat. bewertet)</i></p> <p>0-10 GRS nur nach VR:</p> <ol style="list-style-type: none"> 4) Präsenz in VR 5) Spassfaktor 6) Übelkeit <p>Resultate ($p=0.05$)</p> <p>SZ während VR:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) von 7.6 (SD 1.9) auf 5.1 (SD 2.6), $p=0.015$ 2) von 7.6 (SD 3.1) auf 3.6 (SD 2.5), $p<0.001$ 3) von 6.7 (SD 1.6) auf 4.1 (SD 2.8), $p=0.017$ <ul style="list-style-type: none"> ▪ alle signifikant tiefer ▪ bei Präsenz >3.4 (n= 6): grösster Effekt ▪ bei Präsenz <3.4 (n=5): nur signifikante Reduktion der Zeit, die an SZ gedacht wurde

5.1.5. The effect of virtual reality on pain and range of motion in adults with burn injuries. (Carrougher et al., 2009)

Tabelle 9
Zusammenfassung Carrougher et al. (2009)

Ziel	Das Ziel der Studie ist, den Effekt von immersiver VR auf subjektive Schmerzen und Range of Motion bei Verbrennungspatienten im Erwachsenenalter während der Physiotherapie im Vergleich mit derselben Therapie ohne VR darzulegen.
Patient	<p>N: 41 (Drop-out: n=2) →39 (35M, 4F) Alter: 21-57J. (mean 35J.) Verbrennungsausmass: mean 18% KOF (range 3-60%) EK: >20J.; benötigen an 2 aufeinanderfolgenden Tagen PT in Form von akt.-ass. Gelenkmobilisation AK: Nichtbeherrschen der englischen Sprache; Epilepsie; bereits vollständig vorhandene ROM; signifikante Verletzungen an Ohren, Gesicht, Kopfhaut Ort: USA</p>
Intervention	<p>PT an 2 aufeinanderfolgenden Tagen mit PT oder OT:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tag 1: 10min akt.-ass. Mobilisierung (medikamentöse Standardanalgesie mit VR) ▪ Tag 2: 10min akt.-ass Mobilisierung (medikamentöse Standardanalgesie ohne VR) <p><i>Reihenfolge randomisiert Es wurde dasjenige Gelenk ausgewählt, das am meisten schmerzte oder bezgl. ROM am meisten eingeschränkt war Therapeut ist an beiden Tagen der gleiche VR=SnowWorld</i></p>
Outcome	<p>Messparameter</p> <p>0-100mm GRS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) schlimmster SZ 2) Unannehmlichkeit des SZ 3) Zeit, die man an den SZ gedacht hat (jeweils nach Therapie von Pat. bewertet) <p>Goniometermessung :</p> <ol style="list-style-type: none"> 4) ROM (jeweils direkt vor und nach Therapie durch behandelnden PT/OT gemessen) <p>0-100mm GRS nur nach VR:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5) Übelkeit 6) Echtheit der VR 7) Präsenz in VR <p>Resultate ($p < 0.05$)</p> <p>SZ während VR:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) von 55 (SD 25) auf 40 (SD 30), $p=0.004$ (27% Reduktion) 2) von 32 (SD 23) auf 22 (SD 22), $p=0.031$ (31% Reduktion) 3) von 41 (SD 28) auf 26 (SD 21), $p=0.008$ (37% Reduktion) <ul style="list-style-type: none"> ▪ alle signifikant tiefer <p>ROM-Verbesserung ohne VR:</p> <ol style="list-style-type: none"> 4) 9.2° (SD 4.6) <p>ROM-Verbesserung während VR:</p> <ol style="list-style-type: none"> 4) 10.2° (SD 5.9) <ul style="list-style-type: none"> ▪ nicht signifikant grösser ($p=0.243$)

5.1.6. A randomized, controlled trial of immersive virtual reality analgesia, during physical therapy for pediatric burns (Schmitt et al., 2010)

Tabelle 10
Zusammenfassung Schmitt et al. (2010)

Ziel	Die Studie untersucht den Effekt von immersiver VR bei hospitalisierten Kindern mit Verbrennungsverletzungen während einer oder mehreren Physiotherapiesitzungen im Vergleich zur Therapie mit medikamentöser Standardversorgung alleine.
Patient	<p>N: 54 (44M, 10F) Alter: 6-19J. (mean 12.0 ± 3.9J.) Verbrennungsausmass: nicht angegeben (range 1.5-50%; 1 Kind mit 100% KOF wegen toxischer Epidermaler Nekrolyse*) EK: bis und mit 19J.; benötigen an min. 1Tag PT in Form von akt.-ass. Mobilisation AK: extreme Tendenz zu Bewegungsübelkeit; Verbrennungen an Körperteilen, die den Gebrauch von VR verunmöglichten (z.B. an Ohren); Epilepsie Ort: USA</p>
Intervention	<p>PT an 1-5 aufeinanderfolgenden Tagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 3-10min akt.-ass. Mobilisierung (medikamentöse Standardanalgesie mit VR) ▪ 3-10min akt.-ass. Mobilisierung (medikamentöse Standardanalgesie ohne VR) <p><i>Jeweils gleiche Dauer, Reihenfolge randomisiert Die Pat. setzen PT solange fort bis Entlassung aus Spital, OP oder Verhinderung der weiteren Teilnahme aus anderen medizinischen Gründen Es behandelt jeweils der gleiche Therapeut VR=SnowWorld</i></p>
Outcome	<p>Messparameter</p> <p>0-100 GRS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Zeit, die man an SZ gedacht hat 2) Unannehmlichkeit des SZ 3) Schlimmster SZ 4) Spassfaktor PT <p><i>(jeweils nach jeder Behandlungssequenz durch Pat. bewertet)</i></p> <p>Goniometer:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5) ROM <p><i>(jeweils direkt vor und nach Behandlungssequenz durch behandelnder Therapeut gemessen)</i></p> <p>0-100 GRS nur nach VR:</p> <ol style="list-style-type: none"> 6) Übelkeit 7) Echtheit der VR 8) Präsenz in VR <p>Resultate ($p < 0.05$)</p> <p>Tag 1: n=54; Tag 2: n=31; Tag 3: n=20; Tag 4: n=9; Tag 5: n=5</p> <p>SZ während VR (Tag 1):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 44% Reduktion 2) 32% Reduktion 3) 27% Reduktion <ul style="list-style-type: none"> ▪ alle signifikant tiefer ($p < 0.05$) ▪ gleicher Effekt tritt auch an anderen Tagen auf

ROM während VR:

5) keine signifikant grössere Verbesserung ($p=0.21$), aber signifikant grösser (mean 6.8° , $p=0.03$) nach der zweiten Behandlungssequenz (unabhängig von der Reihenfolge)

5.2. Beschreibung PEDro-Kriterien

Tabelle 11

PEDro-Kriterien. Aus Hegenscheidt et al. (2008)

PEDro-Kriterium	<i>Es können max. zehn Punkte erreicht werden. Das erste Kriterium fließt nicht in die Gesamtbewertung ein, da es die externe Validität* beeinflusst.</i>
1. Ein- und Ausschlusskriterien	Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden spezifiziert.
2. Randomisierung	Die Probanden wurden den Gruppen randomisiert zugeordnet (im Falle von Crossover Studien wurde die Abfolge der Behandlungen den Probanden randomisiert zugeordnet).
3. Verblindete Randomisierung	Die Zuordnung zu den Gruppen erfolgte verborgen.
4. Gruppen vor der Behandlung vergleichbar	Zu Beginn der Studie waren die Gruppen bezüglich der wichtigsten prognostischen Indikatoren einander ähnlich.
5. Messung verblindet	Alle Untersucher, die zumindest ein zentrales Outcome gemessen haben, waren verblindet. Die Verblindung der Untersucher bedeutet sicherzustellen, dass die Untersucher nicht in der Lage waren, zu unterscheiden, ob ein Proband in der Interventions- oder der Kontrollgruppe (bzw. in der Interventions- oder Kontrollsituation) war.
6. Patienten verblindet	Alle Probanden waren verblindet. Die Verblindung von Probanden bedeutet sicherzustellen, dass die Probanden nicht in der Lage waren zu unterscheiden, ob sie in der Interventions- oder in der Kontrollgruppe (bzw. in der Interventions- oder Kontrollsituation) waren.
7. Therapeuten verblindet	Alle Therapeuten, die eine Therapie durchgeführt haben, waren verblindet.
8. Vollständige Nachkontrolle	Von mehr als 85% der ursprünglich den Gruppen zugeordneten Probanden wurde zumindest ein zentrales Outcome gemessen.
9. Intention-to-treat analysis	Alle Probanden, für die Ergebnismessungen zur Verfügung standen, haben die Behandlung oder Kontrollanwendung bekommen wie zugeordnet oder es wurden, wenn dies nicht der Fall war, Daten für zumindest ein zentrales Outcome durch eine „Intention-to-treat“ Methode analysiert.
10. Vergleich zwischen Gruppen	Für mindestens ein zentrales Outcome wurden die Ergebnisse statistischer Gruppenvergleiche berichtet.
11. Mittelwerte und Streuung	Die Studie berichtet sowohl Punkt- als auch Streuungsmasse für zumindest ein zentrales Outcome.

5.3. PEDro-Ergebnisse

Tabelle 12
PEDro-Kriterien aller sechs Studien

Kriterium	(1)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Hoffman et al. (2000)	(-)	X	-	X	-	-	-	X (100%)	X	X	X	6
Hoffman et al. (2001)	(X)	X	-	X	-	-	-	X (100%)	X	X	X	6
Das et al. (2005)	(X)	X	-	X	-	-	-	- (78%)	X	X	X	5
Hoffman et al. (2007)	(-)	X	-	X	-	-	-	X (100%)	X	X	X	6
Carrougner et al. (2009)	(X)	X	-	X	-	-	-	X (95%)	X	X	X	6
Schmitt et al. (2010)	(X)	X	-	X	-	-	-	X (100%)	X	X	X	6

5.4. Ergebnisse Schmerz

In allen sechs Studien wird ein positiver Effekt auf die durchschnittlichen Schmerzparameter während der Behandlung mit VR im Gegensatz zur Behandlung ohne VR gemessen. Bei Hoffman et al. (2001) tritt der gleiche Effekt über drei separate Behandlungstage auf und auch bei Schmitt et al. (2010) ist die Wirksamkeit bei denjenigen Patienten wiederholbar, die an mehreren Versuchsreihen teilnahmen.

Es scheint, als würde dieser Effekt der Schmerzreduktion mit dem empfundenen Präsenzgefühl während VR zusammenhängen. Die Studie von Hoffman et al. (2000) zeigt, dass die Probanden mit dem grössten Gefühl der Präsenz auch die grösste Schmerzreduktion erfahren und umgekehrt diejenigen mit dem geringsten Präsenzgefühl die geringste Reduktion. Dies zeigt auch eine spätere Studie von Hoffman et al. (2007), bei der wiederum die sechs Patienten mit dem stärksten Präsenzgefühl den grössten Effekt bezüglich Schmerzreduktion zeigen.

Die Wirksamkeit von VR auf den prozeduralen Schmerz wird sowohl während physiotherapeutischen Gelenkmobilisationen, sowie auch während Verbandswechselln und der Wundversorgung im Hydrotank beschrieben.

Bei Hoffman et al. (2000) wird durch die Anwendung von VR bei allen Schmerzkomponenten (Zeit, die man an den Schmerz gedacht hat, schlimmster Schmerz, durchschnittlicher Schmerz, Störfaktor der Wunde und Unannehmlichkeit der Therapie)

eine Reduktion von mehr als zwei Punkten auf der VAS erreicht. Die Zeit, die man während der Behandlung an den Schmerz gedacht hat, zeigt dabei mit ca. 4.7 Punkten die grösste Reduktion auf der Skala.

Auch bei Hoffman et al. (2001) können statistisch signifikante Reduktionen der Schmerzintensität während VR festgestellt werden. Auf der VAS zeigt sich die Reduktion der durchschnittlichen Schmerzangaben (Zeit, die man an den Schmerz gedacht hat, schlimmster Schmerz, durchschnittlicher Schmerz, Störfaktor der Wunde und Unannehmlichkeit der Therapie) mit einem Abfall von 3.7 bis 4.3 Punkten auf der Skala über die drei verschiedenen Behandlungstage hinweg.

Das et al. (2005) beschreiben ebenfalls eine über die gesamten Trials hinweg gesehen durchschnittliche Reduktion von 3.2 Punkten auf der Faces Scale bezüglich Schmerzempfindung (durchschnittlicher Schmerz) während VR. Bei allen Kindern ausser einem konnte eine durchschnittliche Verbesserung auf der Schmerzskala von mindestens 2 Punkten während VR festgestellt werden.

Bei Hoffman et al. (2007) sinkt im Durchschnitt der Wert für schlimmster Schmerz und Unannehmlichkeit des Schmerzes während der Behandlung mit VR um ca. 2.5 Punkte auf der GRS, während die Zeit, die man an den Schmerz gedacht hat sich um ganze 4 Punkte verringert.

In der Studie von Carrouger et al. (2009) konnten die Schmerzparameter während VR (schlimmster Schmerz, Unannehmlichkeit des Schmerzes und die Zeit, die man an Schmerzen gedacht hat) jeweils um 27%, 31% und 37% auf der GRS gesenkt werden. Ähnliches zeigen auch Schmitt et al. (2010). Die 54 Probanden geben am ersten Tag eine durchschnittliche Reduktion von 44% (Zeit, die an Schmerz gedacht wurde), 32% (Unannehmlichkeit des Schmerzes) und 27% (schlimmster Schmerz) auf der GRS während VR an.

5.5. Ergebnisse Range of Motion

In vier der beschriebenen Studien wird die Behandlung während der aktiv-assistiven Gelenkmobilisierung angeschaut, wobei bei Hoffman et al. (2000) nicht klar ist in welcher Form die Mobilisierung erfolgt. Alles in Allem werden keine statistisch signifikant grössere Bewegungsgewinne durch VR im Vergleich zur Physiotherapie ohne VR erzielt. Bei Hoffman et al. (2000) ist bei zehn von zwölf Patienten eine grössere oder gleich grosse ROM mit Anwendung von VR ersichtlich. Bei Hoffman et al. (2001) wird an Tag 1 und an

Tag 3 eine grössere Verbesserung der ROM unter VR gemessen, an Tag 2 jedoch eine grössere Verbesserung ohne VR. Bei Carrougher et al. (2009) und Schmitt et al. (2010) sind tendenziell höhere ROM-Werte unter VR erzielt worden, sie erreichen jedoch keine statistische Signifikanz.

6. Diskussion

6.1. Kommentar PEDro-Kriterien

Die PEDro-Kriterien 2, 4, 9, 10 und 11 können bei allen sechs Studien erfüllt werden.

2. Randomisierung

Bei allen Studien wird eine randomisierte Zuteilung gemacht. Da die Probanden gleichzeitig ihre eigene Kontroll- und Interventionsgruppe darstellen, erfolgt die Randomisierung, indem die Abfolge der Behandlungen durch Zufallsentscheidung bestimmt wird. Der Patient hat somit die gleiche Chance zuerst die VR-Kondition oder die ablenkungsfreie Kondition zu erhalten.

Dieses Kriterium stellt mit den Einschränkungen, die der Zufall mit sich bringt, sicher, dass die Situationen vergleichbar sind (Hegenscheidt et al., 2008).

4. Gruppen vor der Behandlung vergleichbar

Alle sechs Studien sind als within-subject Design gestaltet. Das heisst, dass jeder Patient beide Behandlungen bekommt und somit als seine eigene Kontrollperson funktioniert. Dies macht bei dieser Thematik Sinn, da es perfekt vergleichbare Gruppen ermöglicht. Somit erhält jeder Teilnehmer seine individuelle von der Studie unabhängige Dosis an Schmerzmedikamenten, was gewährleistet, dass die Medikation während der Kontroll- sowie der Interventionssituation identisch ist. Da Schmerzempfindung subjektiv ist, kann dadurch auch die Aussage über den Schmerz mit oder ohne VR der gleichen Person verglichen werden.

9. Intention-to-treat analysis

Da die Patienten jeweils beide Therapiekonditionen erhalten, wird dieser Punkt bei allen Studien erfüllt. Es wird in keiner Studie erwähnt, dass die randomisiert zugeteilte Reihenfolge verändert wurde.

Somit kann davon ausgegangen werden, dass dieser Punkt erfüllt ist.

10. Vergleich zwischen Gruppen

Da gemäss Definition des Kriteriums nur für mindestens ein zentrales Outcome statistische Vergleiche zwischen den beiden Konditionen angegeben sein müssen, wird dies bei allen Studien erfüllt.

Durch diese Angaben kann eine Aussage darüber gemacht werden, ob die Differenz grösser ist, als plausibel durch Zufall erwartet werden kann (Hegenscheidt et al., 2008).

11. Mittelwerte und Streuung

Da gemäss Definition des Kriteriums die Punkt- und Streuungsmasse nur für mindestens ein zentrales Outcome der Studie angegeben sein müssen, kann bei allen Studien ein Punkt vergeben werden.

Die PEDro-Kriterien 3, 5, 6 und 7 werden in keiner der bearbeiteten Studien erfüllt.

3. Verblindete Randomisierung

Durch eine unverblindete Gruppenzuordnung könnten die Ein- und Ausschlusskriterien bei der Teilnehmerrekrutierung beeinflusst werden. Da bei allen sechs Studien mit dem within-subject Design gearbeitet wird und von Anfang an klar ist, dass jeder Teilnehmer ohnehin beide Behandlungen erhält, wird diesem Kriterium in dieser Arbeit eine geringe Relevanz zugesprochen.

5. Messung verblindet

Die Messung der Schmerzen erfolgt in allen Studien durch Selbsteinschätzung mittels verschiedenen Skalen. Da die Patienten diese selbst ausfüllen und nicht verblindet sind, kann die Messung auch nicht verblindet sein. Bei denjenigen Studien, die zusätzlich die ROM untersuchen, ist der zuständige Therapeut für die Messung des Bewegungsausmasses zuständig und kann somit auch keine Verblindung gewährleisten. Es kann also nicht davon ausgegangen werden, dass der offensichtliche Effekt oder dessen Abwesenheit nicht Folge davon war, dass sich eine verzerrte Wahrnehmung bzw. Beobachtung auf die Messung auswirkte (Hegenscheidt et al., 2008).

6. Patienten verblindet

Dies zu erfüllen ist bei der bearbeiteten Thematik nicht möglich. Die Patienten sind sich zu jedem Zeitpunkt bewusst, in welcher Behandlungskondition sie sich befinden. Dies könnte dazu führen, dass die Patienten den Schmerz in der VR-Kondition unterbewerten oder mehr Motivation für ein möglichst gutes Resultat zeigen.

Somit kann nicht davon ausgegangen werden, dass der offensichtliche Effekt oder dessen Abwesenheit nicht auf einen Placebo- oder Hawthorne-Effekt zurückzuführen ist. Der Hawthorne-Effekt ist ein „experimentelles Artefakt, wobei die Reaktionen der Probanden dadurch beeinflusst werden, dass sie wissen, welche Reaktionen von ihnen seitens der Forscher erwartet werden“. (Hegenscheidt et al., 2008)

7. Therapeuten verblindet

Dies zu erfüllen ist bei der bearbeiteten Thematik ebenfalls nicht möglich. Dem Therapeuten ist zu jedem Zeitpunkt bewusst, in welcher Behandlungskondition sich der Patient befindet. Der Therapeut könnte den Patienten somit in der VR-Kondition bewusst oder unbewusst anders behandeln.

Es kann also nicht davon ausgegangen werden, dass der offensichtliche Effekt der Behandlung oder dessen Abwesenheit nicht auf den Enthusiasmus oder den Mangel an Enthusiasmus der Therapeuten für die Interventions- oder die Kontrollmassnahme zurückzuführen ist (Hegenscheidt et al., 2008).

Das Kriterium 8 wird bei allen Studien ausser bei Das, Grimmer, Sparnon, McRae und Thomas (2005) erfüllt.

8. Vollständige Nachkontrolle

Da bei Das et al. (2005) nur von 78% der ursprünglichen Stichprobe eine vollständige Datenerhebung durchgeführt werden kann, wird hier kein Punkt erteilt.

Es ist wichtig, dass die Messungen an allen ursprünglich randomisierten Probanden durchgeführt werden, da diese sich systematisch von den anderen Probanden unterscheiden und sich somit Verzerrungen ergeben könnten. „Die Grösse dieser potenziellen Verzerrung nimmt mit der Grösse des Anteils der Probanden, von denen keine Daten eines zweiten Messzeitpunktes gewonnen werden, zu.“ (Hegenscheidt et al., 2008)

6.2. Kommentar zu den einzelnen Studien

6.2.1. Kommentar zu Hoffman et al. (2000):

Eine Schwäche der Methodik ist die kleine Stichprobengrösse von zwölf Probanden. Dies macht es schwierig, die Aussagekraft der Resultate zu beurteilen. Von den Autoren wird keine Begründung für die Wahl der Stichprobengrösse geliefert. Die Stichprobe wird zu wenig detailliert beschrieben, beispielsweise wird nicht definiert, ab welcher Schmerzintensität die Probanden eingeschlossen wurden oder in welchem Stadium nach dem Verbrennungstrauma sie sich befinden. Da elf von zwölf Teilnehmern Männer sind ist ein Rückschluss auf die weibliche Population schwierig. Ausserdem hatte nur einer Verletzungen an den unteren Extremitäten.

Die Studie wurde während einer einzigen Therapiesitzung durchgeführt. Um Aussagen über längerfristige oder wiederholbare Effekte machen zu können, müssten mehrere Studiensituationen geschaffen werden. Auch die Dauer der Therapieeinheit von nur drei Minuten ist nicht realitätsnah und schliesst die Möglichkeit nicht aus, dass sich der Effekt nach einer längeren Zeitdauer beispielsweise durch Gewöhnung abschwächen würde.

Die beiden Situationen am selben Tag durchzuführen hat zwar den Vorteil, tagesabhängige Schwankungen bezüglich Schmerz und Schmerzempfindlichkeit zu vermeiden, könnte jedoch den Nachteil haben, dass nach der ersten Behandlungskondition der Patient schon „aufgewärmt“ ist und es beim zweiten Teil somit nicht die gleiche Ausgangslage für die Mobilisation ist.

Die Massnahmen werden zu wenig nachvollziehbar beschrieben. Beispielsweise wird nicht klar, ob die Mobilisation aktiv, passiv oder assistiv durchgeführt oder nach welchen Kriterien die zu behandelnden Gelenke ausgewählt wurden. Durch die nur sehr kurze Behandlungszeit könnte es weiterhin sein, dass sich ein Effekt bezüglich ROM gar noch nicht zeigen kann.

Die ROM wird jeweils nur einmal nach jedem 3-min-Zyklus gemessen. Es gibt also keinen Ausgangswert von vor der Therapie. Somit werden nur das absolute Bewegungsausmass nach Mobilisation mit VR und das Bewegungsausmass nach Mobilisation ohne VR verglichen. Sinnvoller wäre ein Vergleich der Differenz vor und nach der dreiminütigen Therapieeinheit.

Ausserdem ist die ROM-Messung nicht reliabel, da die sie nur einmal pro Situation und zwar vom selben, nicht-verblindeten Therapeuten durchgeführt wird. Dies könnte zu einem

systemischen Fehler bezüglich Messen und Ermitteln führen und die Ergebnisse der Interventionskondition begünstigen.

Die Nicht-Verblindung der Therapeuten könnte unter Umständen auch dazu führen, dass in der VR-Situation vorsichtiger oder sanfter mobilisiert wird um eine geringere Schmerzintensität zu erreichen. Was dagegen spricht ist, dass die ROM bei der Mehrheit gleich oder sogar besser ist, was den Schluss zulässt, dass nicht zwangsläufig weniger stark mobilisiert wurde.

Zu den Bewegungsausmassen sind keine Werte in der Studie angegeben und lassen keine Beurteilung der Signifikanz der Resultate zu.

Es wird erwähnt, dass jeder der zwölf Probanden eine Zustimmung zur Studie gegeben hat, aber ein genaues Ethik-Verfahren wird nicht beschrieben.

Ein positiver Punkt ist, dass die Patienten noch keinerlei Erfahrung mit VR gemacht hatten und somit nicht voreingenommen waren. Ausserdem kann bei allen zwölf Patienten eine vollständige Datenanalyse durchgeführt werden.

6.2.2. Kommentar zu Hoffman et al. (2001):

Eine Schwäche ist ebenfalls die extrem kleine Stichprobengrösse von nur sieben Probanden. Es wird dabei nicht begründet, wie die Anzahl Probanden festgelegt wurde. Die Autoren erwähnen dies ebenfalls als ein Faktor, der die Generalisierbarkeit der Resultate einschränkt. Die Stichprobe ist gut beschrieben, aber relativ heterogen gestaltet. Es werden sowohl Kinder wie auch Erwachsene in der Stichprobe zusammengenommen und bei den Resultaten nicht differenziert. Unabhängig vom Alter des Probanden wird ausser beim ersten Patienten mit dem gleichen VR-Programm gearbeitet. Es wäre sinnvoll gewesen, eine Alterstrennung durchzuführen, da Kinder möglicherweise eine andere Schmerzwahrnehmung und -beurteilung haben und anders mit VR interagieren. Die Spannbreite bezüglich Verbrennungsausmass ist sehr breit und wie bei Hoffman et al. (2000) ist die Mehrheit männlich.

Es ist keine Begründung aufgeführt, weshalb der erste Proband mit einem anderen VR-Programm arbeitet. Durch die andere Gewichtung der sensorischen Inputs bei SpiderWorld im Vergleich zu SnowWorld wird keine exakt identische Ablenkungssituation gewährleistet und könnte das Resultat beeinflusst haben.

Fraglich ist ausserdem, ob der von den Autoren angestrebte längerfristige Effekt nach nur drei separaten Behandlungen fassbar ist. Während den Folgebehandlungen könnte auch ein Lerneffekt oder eine allgemeine Schmerzreduktion durch den normalen

Heilungsprozess eingetreten sein, was bedeutet, dass der Effekt nicht mehr nur auf die Wirksamkeit von VR zurückgeführt werden kann.

Bei manchen Patienten fand die Behandlung kurz nach dem Verbandswechsel statt, was bedeuten könnte, dass sie dann eine höhere Dosis an Schmerzmitteln erhielten als andere. Deshalb ist es wichtig die Studie als within-subject Design durchzuführen, um trotzdem einen Vergleich zu ermöglichen.

Dadurch, dass die Autoren nur Patienten mit starken Schmerzen einschliessen, könnte der Effekt auch grösser ausgefallen sein als wenn Patienten mit geringeren Schmerzen teilnehmen würden. Die standardisierte Information, die die Patienten vor der Studie erhielten, ist angefügt und laut Autoren hatten alle angefragten Patienten in die Studie eingewilligt. Die Patienten kennen somit den Zweck der Studie und dies könnte zu einem systematischen Fehler bezüglich der Stichprobe führen.

Die Summe der Schmerzkomponenten erreicht an allen drei Tagen signifikant tiefere Werte während VR. Wenn man die Werte einzeln nimmt, erreicht an Tag 1 nur die Zeit, die die Probanden an den Schmerz gedacht hatten und die Unannehmlichkeit signifikante Werte. An Tag 2 nur die Zeit und an Tag 3 nur die Zeit und der Störfaktor der Verletzung. Da Schmerzen sehr stark variieren können, ist die Verwendung des Durchschnittswertes präziser und aussagekräftiger als die einzelnen Werte. Dies kann deshalb auch als eine Stärke der Studie bezeichnet werden.

Nebst dem Fakt, dass die Therapeuten nicht verblindet waren, hatte einer bereits Erfahrung mit VR und könnte aus diesem Grund davon überzeugt gewesen sein, dass VR nützt. Gegen eine Beeinflussung der Therapeuten zugunsten von VR sprechen würde, dass die maximale ROM in sechs von sieben Sitzungen grösser war während VR und man daraus schliessen kann, dass sie in beiden Situationen gleich intensiv behandelten. Wie bei Hoffman et al. (2000) wird die ROM nur einmal nach jeder Hälfte gemessen und es ist ebenfalls nicht ableitbar, ob die Ergebnisse statistisch signifikant sind und wie gross jeweils der Standardfehler ist.

Die Messung der ROM erfolgt ebenfalls nicht reliabel, da sie vom behandelnden Ergotherapeuten durchgeführt wird. Dieses Fehlen der unabhängigen Bewertung des Outcomes könnte zu einem systematischen Fehler beim Messen und Ermitteln führen, was wiederum zu Gunsten der Interventionssituation ausfallen könnte.

Als positiv angesehen werden kann, dass keiner der Patienten Erfahrungen mit VR hatte und somit nicht voreingenommen war. Ausserdem werden die Massnahmen nachvollziehbar beschrieben, beispielsweise dass die Mobilisation aktiv-assistiv

durchgeführt wurde, dass entweder das schmerzhafteste oder das am meisten beeinträchtigte Gelenk gewählt wurde und dass die Wiederholungszahl, Bewegungsrichtung und Zeitdauer identisch durchgeführt und im Vorfeld festgelegt wurden.

Da nach Tag 3 nur noch vier von sieben Teilnehmern verblieben, werden die Ergebnisse der restlichen Tage nicht in die Statistik genommen, was Sinn macht. Denn es könnte sein, dass die verbleibenden Patienten die am stärksten betroffenen sind und somit die ursprüngliche Stichprobe nicht korrekt abgebildet wird. Somit wird ein Punkt für Kriterium 8 gegeben, da an Tag 1, 2 und 3 ein vollständiges Follow-up gegeben ist.

6.2.3. Kommentar zu Das et al. (2005):

Wiederum zeigt sich in dieser Studie als Schwäche, dass eine sehr kleine Stichprobe ausgewählt wurde. Die Autoren beschreiben, dass sich zum Zeitpunkt der Studiendurchführung weniger Patienten als erwartet auf der Station befanden, die den Ein- und Ausschlusskriterien entsprachen. Die Studie hat ausserdem ihre ursprünglich abgezielte Altersgruppe nicht ganz ausgeschöpft. Sie wollten Kinder zwischen 5-18J. und konnten nur Kinder zwischen 5-16J. finden. Auch bei dieser Studie nehmen mehr Jungen als Mädchen teil. Die Eigenschaften der Stichprobe, die Ein- und Ausschlusskriterien sowie die Massnahmen sind jedoch detailliert aufgeführt. Die ethische Zustimmung sowie die schriftliche Einwilligung der Kinder und deren Eltern werden beschrieben.

Die Altersspanne ist relativ breit, trotzdem spielen alle Kinder dasselbe VR-Spiel. Dies hat zur Folge, dass die älteren Kinder beispielsweise das Spiel zu wenig fordert und es somit auch nicht den gleichen Ablenkungseffekt erzielt wie bei den jüngeren Kindern. Es sollte darauf geachtet werden, dass das Spiel für alle Altersgruppen adäquat gestaltet wird.

Die Studie während dem Verbandswechsel durchzuführen birgt die Schwierigkeit zwei identische Situationen zu schaffen und somit einen guten Vergleich zu machen. Da im ersten Teil die Verbände entfernt werden und im zweiten Teil die Wunde gesäubert und neu verbunden wird, können die Schmerzen sehr stark schwanken und somit das Resultat beeinflussen.

Das Kriterium der vollständigen Nachkontrolle ist nicht erfüllt, da nur von sieben Kindern Daten gewonnen werden konnten. Die zwei, die zu benommen waren von den Medikamenten und deshalb ausgeschlossen wurden, wären unter Umständen vielleicht diejenigen mit den stärksten Schmerzen gewesen. Dies könnte das Resultat verzerren.

Einige Kinder werden mehrmals behandelt, andere nur einmal. Es wird dabei nicht ersichtlich, welche Kinder zweimal getestet werden. Eine Verzerrung dadurch wäre möglich, wenn beispielsweise nur diejenigen Kinder mit einem grossen Effekt mehrmals getestet werden. Ausserdem werden die weiteren Trials zu verschiedenen Zeitpunkten durchgeführt, z.B. das erste Mal in der Akutphase und das zweite Mal nach einer Operation. Dadurch könnte wie von den Autoren erwähnt ein Lerneffekt oder eine allgemeine Schmerzlinderung durch den Heilungsprozess eintreten.

Die Kinder geben nur die durchschnittlichen Schmerzen auf der Skala an. Es wäre jedoch interessant auch andere Schmerzkomponenten oder der bei Kindern wichtige Spassfaktor zu erfragen und dies zu quantifizieren.

Dies ist die einzige Studie, die für die anderen Outcomes die Form des Interviews benutzt. Dies ermöglicht noch einen zusätzlichen Blickwinkel auf die Thematik, birgt jedoch die Gefahr, dass sich bezüglich Messen und Ermitteln ein systematischer Fehler zugunsten der Intervention einschleicht. Durch die eigenen Angaben der Patienten, Eltern und Fachpersonen an die erlebte Behandlung kann es vorkommen, dass man sich eher an die positiven Aspekte als an die negativen erinnert und somit das Ergebnis verzerrt. (Law et al., 1998)

6.2.4. Kommentar zu Hoffman et al. (2007):

Die Stichprobe ist wiederum klein gehalten, beinhaltet wie bei Hoffman et al. (2001) Kinder sowie Erwachsene und bis auf ein Proband hatten alle Verletzungen an den oberen Extremitäten. Es nehmen nur Männer teil obwohl die Studie auch für Frauen offen gewesen wäre. Es könnte sein, dass es einen geschlechterspezifischen Unterschied gibt bezüglich Ablenkung durch VR. Die Verbrennungspopulation wird somit nicht exakt abgebildet.

Die Stichprobe und die Ein- und Ausschlusskriterien werden zu wenig detailliert beschrieben, beispielsweise wird das Verbrennungsausmass der Stichprobenteilnehmer nicht erwähnt. Ausserdem wird keine Begründung für die Stichprobengrösse geliefert. Es wird beschrieben, dass jeder Teilnehmer eine mündliche und schriftliche geprüfte Einwilligung abgegeben hat.

Die Massnahmen werden nachvollziehbar beschrieben. Jedoch ist es schwierig, durch die einzelne Behandlungssituation eine Aussage über einen bestehenden Effekt zu machen. Ausserdem ist eine Behandlungsdauer von insgesamt sechs Minuten knapp. Es wäre

interessant zu sehen, ob der Effekt von VR auch über den ganzen Prozess der Wundbehandlung bestehen könnte und nicht nur eine Ablenkung zu Beginn stattfindet. Wie bei Das et al. (2005) besteht die Problematik, eine Wundversorgung in zwei gleichwertig schmerzhaftes Hälften zu teilen und somit optimal vergleichen zu können. Ebenfalls wird die Übelkeit auch hier nur nach VR gemessen. Durch das, dass beide Behandlungssequenzen innerhalb einer Wundbehandlung durchgeführt werden, können mögliche Tagesschwankungen bezüglich Schmerzempfindlichkeit und Medikamentenverabreichung verhindert werden. Es werden keine Drop-outs angegeben und somit konnten von allen Probanden Daten zur Analyse gewonnen werden.

6.2.5. Kommentar zu Carrougner et al. (2009):

Im Gegensatz zu den anderen Studien ist hier die Stichprobe mit 39 Probanden grösser und die Behandlungsdauer mit je durchschnittlich zehn Minuten pro Sequenz deutlich länger. Die Mehrheit der Probanden mit 89.7% ist wiederum männlich.

Die Stichprobe sowie die Ein- und Ausschlusskriterien sind detailliert beschrieben und graphisch dargestellt. Auch hier wird allerdings keine Begründung für die Wahl der Stichprobengrösse angegeben. Die Autoren geben an, dass die Patienten keine Vergütung für die Teilnahme an der Studie erhielten sowie dass eine informierte schriftliche Einwilligung Voraussetzung war.

Die durchgeführten Massnahmen sind nachvollziehbar beschrieben.

Die Studie wird an zwei verschiedenen Tagen durchgeführt und schliesst somit Tagesschwankungen und eine andere Schmerztoleranz nicht aus, da beispielsweise nicht alle die exakt gleiche Medikamentendosis an beiden Tagen erhielten. Bezüglich den Schmerzoutcomes entstehen dadurch Nachteile, doch bezüglich Range of Motion kann eine ähnlichere Ausgangslage geschaffen werden als wenn beide Sequenzen direkt aufeinander folgen würden. Es kann verhindert werden, dass das Gelenk und das umgebende Gewebe bei der zweiten Sequenz schon durch die erste Sequenz elastischer und beweglicher geworden ist.

Die ROM-Messung wird dabei im Vergleich zu den anderen Studien direkt vor und direkt nach der Sequenz durchgeführt, sodass man einen Ausgangswert hat und die Differenz zur Beurteilung des Bewegungsgewinnes bzw. –verlustes beurteilen kann. Trotzdem ist auch hier keine reliable Messung gegeben, da der behandelnde Therapeut die

Goniometermessung* durchführte, was wiederum zu einem systematischen Messfehler zugunsten der VR-Kondition führen kann.

Der Therapeut ist an beiden Tagen derselbe und versucht möglichst identische Behandlungen zu erschaffen. Dass trotz Nicht-Verblindung der Therapeuten der ROM-Gewinn minim grösser ist während VR, deutet darauf hin, dass nicht weniger intensiv behandelt wurde in der Interventionssituation und sich durch das die geringeren Schmerzen erklären könnten.

Laut Autoren könnte die Behandlungsdauer über nur zwei verschiedene Sitzungen ein Grund dafür sein, dass sich keine signifikanten Effekte bezüglich Bewegungsausmass zeigen konnten.

Das Drop-out von zwei Patienten wurde von den Autoren ohne Begründung angegeben, reicht jedoch mit 95% Follow-up um den Punkt für Kriterium 8 zu geben.

6.2.6. Kommentar zu Schmitt et al. (2010):

Die Stichprobe ist mit 54 Probanden gestaltet und ist deutlich grösser als bei den anderen Studien, wobei jedoch kein Verfahren zur Bestimmung der Stichprobengrösse beschrieben ist. Es sind nur pädiatrische Patienten eingeschlossen, wobei das Verletzungsausmass sehr heterogen (zwischen 1.5-100% KOF) ist und davon ausgegangen werden kann, dass dadurch auch die Schmerzsituationen der einzelnen Teilnehmer extrem unterschiedlich sind.

Die Eigenschaften der Stichprobe sind detailliert angegeben und graphisch dargestellt. Die Geschlechterverteilung entspricht mit 81% Jungen gegenüber Mädchen laut Autoren derjenigen der Institution an der die Studie durchgeführt wurde. Die Autoren schreiben, dass keine Vergütung zur Teilnahme erhalten wurde sowie eine bewilligte informierte schriftliche Einwilligung der Patienten oder deren Vormund nötig war.

Die Studie gestaltet sich über mehrere Tage hinweg und die durchgeführten Massnahmen werden nachvollziehbar beschrieben. Einige Teilnehmer nehmen nur einmal teil, andere bis zu fünf Mal. Nur an Tag 1 kann von allen eine vollständige Datenerhebung durchgeführt werden. Die fehlenden Daten derjenigen Patienten, die nur am ersten Tag teilnahmen, könnten die Resultate zugunsten der No-VR-Kondition verfälschen. Die länger Verbleibenden könnten eine schwächere oder stärker betroffene Population abbilden als sie wirklich ist. An Tag 4 und 5 nahmen so wenige Patienten teil, dass die Aussagekraft gering ist und das Gesamtergebnis verfälscht würde.

Leider werden die genauen Schmerzwerte nicht aufgeführt, sondern nur graphisch dargestellt. Auch die ROM-Werte werden nicht aufgeführt für den Leser.

Als positiv bewertet werden kann, dass immer der gleiche Therapeut behandelt und somit die Behandlungsqualität so identisch wie möglich ist. Die ROM wird direkt vor der Physiotherapie sowie direkt nach jeder Sequenz gemessen. Man kann also den Bewegungsgewinn oder allenfalls der Bewegungsverlust zwischen VR und No-VR vergleichen. Allerdings ist auch hier die Reliabilität* in Frage zu stellen, da die Werte ausschliesslich vom behandelnden Therapeuten gemessen werden.

6.3. Diskussion Ergebnisse

Die beschriebenen Schmerzreduktionen durch VR zeigen, dass die Resultate nicht nur statistisch signifikant sind, sondern auch als sehr relevant für die Praxis zu verstehen sind. Die Autorin kann sich vorstellen, dass eine Reduktion auf der Schmerzskala von 2 oder sogar mehr Punkten für die Patienten einen sehr grossen Unterschied ausmacht und über Compliance und Motivation in der Therapie oder während der pflegerischen Versorgung und somit das längerfristige Rehabilitationsoutcome entscheiden kann. Laut Farrar, Portenoy, Berlin, Kinman und Strom (2000, zit. nach Schmitt et al., 2010, S. 66) werden Reduktionen der Schmerzintensität von 30% oder mehr von Patienten selbst als klinisch bedeutsam angeschaut. Dabei wurden verschiedene Schmerzkomponenten berücksichtigt. Die Integration von sensorischen, affektiven und kognitiven Anteilen von Schmerz führte zur ganzheitlichen Erfassung vom subjektiven Schmerzerleben der Patienten und korreliert mit dem im Theorieteil beschriebenen Schmerzmodell.

Es ist dabei auffällig, dass die Zeit, die an Schmerzen gedacht wird jeweils die grösste Reduktion durch die Anwendung von VR erfährt. Die Erfahrung, dass sie durch ihr eigenes kognitives Verhalten die Schmerzen bei gleicher Aktivität reduzieren, kann auch für zukünftige Behandlungen und Situationen positiv sein. Unter Umständen kann dies die Angst vor schmerzhaften Therapien mindern und das Vertrauen zu den Therapeuten stärken.

Bezüglich ROM ist es bei Hoffman et al. (2000) und Hoffman et al. (2001) schwierig die statistische Signifikanz einzuschätzen und somit aussagekräftige Schlüsse ziehen zu können, da konkrete Werte fehlen oder nicht vollständig angegeben sind.

Obwohl sich alles in Allem die Hypothese, dass VR die Schmerzen während der physiotherapeutischen Mobilisierung der eingeschränkten Gelenke senkt und somit auch

ein grösserer Bewegungsgewinn erzielt werden kann, nicht eindeutig bestätigt hat, kann trotzdem eine Tendenz in diese Richtung festgestellt werden.

Ausserdem zeigt sich, dass die Anwendung von VR keine negativen Auswirkungen auf die ROM hat und die Durchführung der Mobilisierung sogar behindern würde. Die Autorin könnte sich ausserdem vorstellen, dass die Anzahl Behandlungssequenzen in den Studien noch nicht ausreicht, um einen wirklichen Effekt auf die ROM hervorzubringen.

Es ist wichtig, in Zukunft Studien durchzuführen, die eine Behandlung mit VR über eine längere Zeitspanne und dessen Auswirkung auf funktionelle Outcomes wie das Bewegungsausmass untersuchen.

In den Augen der Autorin ist eine Limitierung dieser Arbeit, dass auch eher ältere Studien mit einbezogen wurden. Gerade bei der Thematik von VR kann die Technologie beispielsweise aus dem Jahr 2000 wahrscheinlich nicht mehr mit dem heutigen Standard verglichen werden. Ausserdem konnten wenige voneinander unabhängige Studien gefunden werden, denn in fünf von den sechs Studien war H. Hoffman, Entwickler von SnowWorld, beteiligt.

6.4. Diskussion Methodik

Die sechs Studien erreichen bei der PEDro-Bewertung zwischen fünf und sechs Punkte und sind sich bezüglich Methodik sehr ähnlich. Da die Verblindung des Therapeuten, Patienten sowie des Beobachters in diesem klinischen Setting schwierig erfüllbar sowie die verblindete Randomisierung im within-subject Design nicht entscheidend ist, wurden maximal sechs Punkte erreicht, was für eine mittelmässige bis gute methodologische Qualität spricht. Die Hauptschwäche von Das et al. (2005) gegenüber den anderen Studien ist das ungenügende Follow-up. Dadurch, dass bei weniger als 85% der ursprünglichen Probanden eine vollständige Datenerhebung zu mindestens einem Zeitpunkt durchgeführt wird, kann eine mögliche Verzerrung (Risk of Bias) der Resultate entstehen. Dies kann unter Umständen zu Gunsten der Interventionssituation (VR) ausfallen, wenn beispielsweise die Patienten mit dem geringsten Effekt aus der Studie genommen werden.

Obwohl die restlichen Kriterien zumeist gut erfüllt werden ist die Nicht-Verblindung aller Beteiligten eine bedeutende Limitierung der Studien. Die Durchführung von doppelverblindeten Studien würde das Risk of Bias und somit das Fehlerrisiko im methodischen Vorgehen deutlich senken und der tatsächliche Effekt von VR wäre besser überprüfbar.

Eine Doppelverblindung ist im cross-over study Design jedoch üblicherweise nicht der Fall. Dies wäre durch ein randomisiertes kontrolliertes between-group Design möglich, ist allerdings nicht einfach durchzuführen. Die Patienten sowie die Therapeuten dürften nicht erkennen können, ob gerade die VR-Situation stattfindet oder die Kontrollsituation. Die Messung der Schmerzparameter ist ebenfalls schwierig zu verblinden, da sie in allen Studien als Eigenfeedback durch Schmerzskaleten von den Patienten ausgefüllt werden und somit nicht blind sein können. Die Messung des Bewegungsausmasses auf der anderen Seite könnte man nach Law et al. (1998) reliabel durchführen, indem entweder derselbe Beobachter an zwei kurz auseinander liegenden Zeitpunkten dieselbe Information erfasst (Test-Retest Reliabilität) oder indem verschiedene Beobachter zur selben Zeit dieselbe Information erfassen (Inter-Rater Reliabilität).

6.5. Vergleichbarkeit der Studien

Das Design des RCT eignet sich gut, um die Wirksamkeit einer Behandlung zu untersuchen (Law et al., 1998). Da alle Studien RCTs sind, ist ein Vergleich gut möglich und es können gemäss Law et al. (1998) starke Schlussfolgerungen gezogen werden. Da die Studien eine ähnlich gute methodologische Qualität aufweisen, grösstenteils mit der gleichen VR-Technik und Programmen arbeiten und dieselben Outcome-Messinstrumente benutzen, sind sie genug homogen um die Ergebnisse einander gegenüber stellen zu können.

Ein Punkt, der die Vergleichbarkeit der Studien etwas einschränkt, ist das teilweise unterschiedliche Setting der Behandlungsdurchführung. Vier der sechs Studien finden während einem Physiotherapiesetting statt mit entweder Ergo- oder Physiotherapeuten und beinhalten Gelenkmobilisierungen. Eine Studie findet während dem Verbandswechsel statt und eine während der Wundversorgung im Hydrotank.

Es sei erwähnt, dass diese Arbeit sich absichtlich nicht nur auf physiotherapeutische Behandlungssituationen einschränkte, sondern verschiedene medizinische Kontexte mit einbezog. Der Gedanke dahinter war, dass laut Autorin gerade im Gebiet der Rehabilitation von Verbrennungspatienten ein enges interdisziplinäres Zusammenarbeiten die Voraussetzung für ein positives Outcome stellt und es somit spannend ist, auch andere Situationen wie Verbandswechsel und Wundversorgung oder auch Mobilisationen durch Ergotherapeuten anzuschauen. Ausserdem ist nicht einheitlich definiert was genau in die Kompetenz und Verantwortung von Physiotherapeuten gehört. Es könnte

beispielsweise sein, dass je nach Institution oder Land Physiotherapeuten den Verbandswechsel durchführen oder daran beteiligt sind.

7. Schlussfolgerung

7.1. Beantwortung der Fragestellung

Durch die Bearbeitung der Fragestellung: „Welchen Effekt hat Virtual Reality auf Schmerzen und Range of Motion bei der Behandlung von Verbrennungspatienten?“ konnte gezeigt werden, dass eine signifikante und klinisch relevante Reduktion der subjektiv empfundenen prozeduralen Schmerzen während der Behandlung von Verbrennungspatienten mit VR im Gegensatz zur Behandlung ohne VR erzielt werden konnte.

Bezüglich ROM konnte kein signifikanter Effekt durch VR bewiesen werden. Obwohl eine Tendenz in diese Richtung erkennbar ist, kann gemäss den bisherigen Studienergebnissen nicht eindeutig gesagt werden, dass Patienten durch geringere Schmerzen während der Therapie mit VR schlussendlich auch von einem grösseren Bewegungsgewinn der eingeschränkten Körperregionen profitieren. Trotzdem ist von grosser klinischer Relevanz, dass der Einsatz von VR die Behandlung nicht behinderte oder einen negativen Effekt auf das Outcome aufwies.

7.2. Praxisrelevanz

Es konnte ein positiver Effekt in der Versorgung von Verbrennungspatienten während der Physiotherapie und anderen medizinischen Settings gezeigt werden.

VR bietet einen zusätzlichen nicht-medikamentösen Ansatz gegen die oftmals quälenden Schmerzen während den unzähligen Behandlungen über Monate hinweg in der Rehabilitation nach Verbrennungstraumata. Durch weniger starke Schmerzen kann u.U. die Compliance und Motivation der Patienten bezüglich Therapie verbessert werden. Da nach Meinung der Autorin die Motivation entscheidend sein kann für einen positiven Rehabilitationsverlauf und somit Verhinderung von sekundären Komplikationen, sind die Ergebnisse dieser Arbeit von grosser Relevanz für die Physiotherapie. Ausserdem können durch weniger Schmerzen und somit weniger Stress für den Körper die negativen

Auswirkungen auf die Wundheilung reduziert und u.U. sogar die Ausbildung von psychischen Sekundärstörungen verhindert werden. Dass keine negativen Auswirkungen von VR während den Mobilisationen auf die ROM auftraten ist äusserst relevant für die Anwendbarkeit in der Physiotherapie.

7.3. Weiterer Forschungsbedarf

Bisher wurden noch keine statistisch signifikanten Effekte auf das Outcome ROM erwiesen. Es wäre wünschenswert, in Zukunft Langzeitstudien durchzuführen, die durch between-group Design den Effekt auf solche funktionelle Outcomes untersuchen würden. Bisher wurde die medikamentöse Standardtherapie plus VR mit der medikamentösen Standardtherapie ohne jegliche Ablenkungsmechanismen verglichen. Ein nächster Schritt wäre, die medikamentöse Standardtherapie gegen die Behandlung ausschliesslich mithilfe von VR (oder mit nur minimalem Medikamenteneinsatz) zu testen und zu schauen, ob man durch VR die medikamentöse Versorgung und somit auch unerwünschte Nebenwirkungen reduzieren könnte.

7.4. Zukunftsaussicht

Durch die sich stetig weiterentwickelnde Technik kann davon ausgegangen werden, dass VR weiter Einzug in die Medizin halten und zunehmend an Bedeutung gewinnen wird. Es konnte ansatzweise gesehen werden, dass je präsenter sich der Patient in der VR gefühlt hat, desto stärker war der schmerzlindernde Effekt. Eine Hypothese wäre, dass durch immer bessere Technik das Präsenzgefühl weiter gesteigert und somit auch der Effekt von VR maximal ausgeschöpft werden könnte.

Zusätzlich zum Mechanismus der Ablenkung könnte es in Zukunft dazu benützt werden, den Patienten spielerisch zu motivieren, die betroffenen Gelenke in die verschiedenen Bewegungsrichtungen zu bewegen und somit eine weitere Anwendbarkeit von VR zu kreieren.

8. Wortzahl

Abstract: 181
Arbeit: 7975

9. Anhang

9.1. Literaturverzeichnis

- Brenner, L. & Andel H.L. (2009). Sedoanalgesie des brandverletzten Patienten. In L.-P. Kamolz, D.N. Herndon & M.G. Jeschke (Hrsg.), *Verbrennungen. Diagnose, Therapie und Rehabilitation des thermischen Traumas* (S. 209-218). Wien: Springer-Verlag.
- Buhre, W.F. & Wappler, F. (2009). Anästhesie bei Patienten mit Verbrennungen. In F. Wappler & G. Spilker (Hrsg.), *Verbrennungsmedizin. Vom Unfallort bis zur Rehabilitation* (S.55-66). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Carrougher, G.J., Hoffman, H.G., Nakamura, D., Lezotte, D., Soltani, M., Leahy, L., ... & Patterson, D.R. (2009). The effect of virtual reality on pain and range of motion in adults with burn injuries. *Journal of Burn Care & Research*, 30, 785-791. doi:10.1097/BCR.0b013e3181b485d3
- Das, D.A., Grimmer, K.A., Sparnon, A.L., McRae, S.E. & Thomas, B.H. (2005). The efficacy of playing a virtual reality game in modulating pain for children with acute burn injuries: A randomized controlled trial. *BMC Pediatrics*, 5, 1. doi:10.1186/1471-2431-5-1
- Gallacchi, G. & Pilger, B. (2005). *Schmerzkompandium: Schmerzen verstehen und behandeln*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Gutbier, M. & Reuther, S.E. (2009). Physiotherapie. In F. Wappler & G. Spilker (Hrsg.), *Verbrennungsmedizin. Vom Unfallort bis zur Rehabilitation* (S.197-203). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Haik, J., Tessone, A., Nota, A., Mendes, D., Raz, L., Goldan, O., ... & Hollombe, I. (2006). The use of video capture virtual reality in burn rehabilitation: the possibilities. *Journal of Burn Care & Research*, 27, 195-197. doi:10.1097/01.BCR.0000200890.34084.76
- Hegenscheidt, S., Harth, A. & Scherfer, E. (2008). *PEDro-Scale*. Heruntergeladen von http://www.pedro.org.au/german/scale_item_german.html am 12.10.2009
- Hoffman, H.G., Chambers, G.T., Meyer, W.J., Arceneaux, L.L., Russell, W.J., Seibel, E.J., ... & Patterson, D.R. (2011). Virtual reality as an adjunctive non-pharmacologic analgesic for acute burn pain during medical procedures. *Annals of Behavioral Medicine*, 41, 183-191. doi:10.1007/s12160-010-9248-7
- Hoffman, H.G., Doctor, J.N., Patterson, D.R., Carrougher, G.J. & Furness, T.A. (1999). Virtual reality as an adjunctive pain control during burn wound care in adolescent patients. *Pain*, 85, 305-309.
- Hoffman, H.G., Patterson, D.R. & Carrougher, C.J. (2000). Use of virtual reality for adjunctive treatment of adult burn pain during physical therapy: A controlled study. *The Clinical Journal of Pain*, 16, 244-250.
- Hoffman, H.G., Patterson, D.R., Carrougher, C.J. & Sharar, S.R. (2001). The effectiveness of virtual reality-based pain control with multiple treatments. *The Clinical Journal of Pain*, 17, 229-235.
- Hoffman, H.G., Patterson, D.R., Magula, J., Carrougher, G.J., Zeltzer, K., Dagadakis, S. & Sharar, S.R. (2004). *Journal of Clinical Psychology/In Session*, 60, 189-195. doi:10.1002/jclp.10244

- Hoffman, H.G., Patterson, D.R., Seibel, E., Soltani, M., Jewett-Leahy, L. & Sharar, S.R. (2007). Virtual reality pain control during burn wound debridement in the hydrotank. *The Clinical Journal of Pain*, 24, 299-304.
- Hoffman, H.G., Richards, T.L., Bills, A.R., Van Oostrom, T., Magula, J., Seibel, E.J. & Sharar, S.R. (2005). Using fMRI to study the neural correlates of virtual reality analgesia. *CNS Spectrums*, 11, 45-51.
- Hoffman, H.G., Richards, T.L., Coda, B., Bills, A.R., Blough, D., Richards, A.L. & Sharar, S.R. (2004). Modulation of thermal pain-related brain activity with virtual reality: evidence from fMRI. *Neuroreport*, 15, 1245-1248. doi:10.1097/01.wnr.0000127826.73576.91
- Hoffman, H.G., Richards, T.L., Coda, B., Richards, A.R. & Sharar, S.R. (2003). The illusion of presence in immersive virtual reality during an fMRI brain scan. *CyberPsychology & Behavior*, 6, 127-131.
- Kipping, B., Rodger, S., Miller, K. & Kimble, R.M. (2011). Virtual reality for acute pain reduction in adolescents undergoing burn wound care: A prospective randomized controlled trial. *Burns*, 38, 650-657. doi:10.1016/j.burns.2011.11.010
- Latarjet, J. & Choinère, M. (1995). Pain in burn patients. *Burns*, 21, 344-348.
- Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J. & Westmorland, M. (1998). *Anleitungen zum Formular für eine kritische Besprechung quantitativer Studien*.
- Li, A., Montañó, Z., Chen, V.J. & Gold, J.I. (2011). Virtual reality and pain management: current trends and future directions. *Pain Management*, 1, 147-157. doi:10.2217/pmt.10.15
- Malloy, K.M. & Milling, L.S. (2010). The effectiveness of virtual reality distraction for pain reduction: A systematic review. *Clinical Psychology Review*, 30, 1011-1018. doi:10.1016/j.cpr.2010.07.001
- Rohkamm, R. (2008). *Taschenatlas Neurologie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Schmitt, Y.S., Hoffman, H.G., Blough, D.K., Patterson, D.R., Jensen, M.P., Soltani, M., ... & Sharar, S.R. (2010). A randomized, controlled trial of immersive virtual reality analgesia, during physical therapy for pediatric burns. *Burns*, 37, 61-68. doi:10.1016/j.burns.2010.07.007
- Sharar, S.R., Carrougher, G.J., Nakamura, D., Hoffman, H.G., Blough, D.K. & Patterson, D.R. (2007). Factors influencing the efficacy of virtual reality distraction analgesia during postburn physical therapy: preliminary results from 3 ongoing studies. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88, 43-49. doi:10.1016/j.apmr.2007.09.004
- Sharar, S.R., Miller, W., Teeley, A., Soltani, M., Hoffman, H.G., Jensen, M.P. & Patterson, D.R. (2008). Applications of virtual reality for pain management in burn-injured patients. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 8, 1667-1674. doi:10.1586/14737175.8.11.1667

9.2. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungen:

Abbildung 1: Das schmerzverarbeitende System nach Zimmermann, 1984. Aus Gallacchi et al. (2005, S. 28).....	12
Abbildung 2: Schematische Darstellung der durch die nozizeptive Information aktivierten Komponenten des schmerzverarbeitenden Systems nach Schmidt und Thews, 1995. Aus Gallacchi et al. (2005, S. 58).....	14
Abbildung 3: Gelenksmobilisation mit VR. Aus Sharar et al. (2008, S. 13, Figure 3).....	17
Abbildung 4: Wundversorgung im Hydrotank mit VR. Aus Sharar et al. (2008, S. 12, Figure 2)	18
Abbildung 5: SnowWorld. Aus Carrougner et al. (2009, S. 11, Figure 3).....	18
Abbildung 6: Vergleich der Hirnregionenaktivität zwischen VR und No VR während je 3.5min im fMRI. Aus Hoffman et al. (2004, S. 1247, Figure 1).....	19
Abbildung 7: Printscreen des Suchvorgangs auf PubMed.....	53

Tabellen:

Tabelle 1: Einschluss- und Ausschlusskriterien bei der Studiensuche.....	9
Tabelle 2: Studienauswahl nach dem zweiten Screening.....	10
Tabelle 3: Die fünf Schmerzkomponenten. Aus Gallacchi et al. (2005, S. 58-59).....	13
Tabelle 4: Schmerzen bei Verbrennungspatienten. Aus Buhre et al. (2009, S.63).....	14
Tabelle 5: Zusammenfassung Hoffman et al. (2000).....	21
Tabelle 6: Zusammenfassung Hoffman et al. (2001).....	22
Tabelle 7: Zusammenfassung Das et al. (2005).....	23
Tabelle 8: Zusammenfassung Hoffman et al. (2007).....	24
Tabelle 9: Zusammenfassung Carrougner et al. (2009).....	25
Tabelle 10: Zusammenfassung Schmitt et al. (2010).....	26
Tabelle 11: PEDro-Kriterien. Aus Hegenscheidt et al. (2008).....	27
Tabelle 12: PEDro-Kriterien aller sechs Studien.....	28

Tabelle 13: Detaillierte PEDro-Kriterien Hoffman et al. (2000).....	68
Tabelle 14: Detaillierte PEDro-Kriterien Hoffman et al. (2001).....	69
Tabelle 15: Detaillierte PEDro-Kriterien Das et al. (2005).....	70
Tabelle 16: Detaillierte PEDro-Kriterien Hoffman et al. (2007).....	71
Tabelle 17: Detaillierte PEDro-Kriterien Carrougher et al. (2009).....	72
Tabelle 18: Detaillierte PEDro-Kriterien Schmitt et al. (2010).....	73

9.3. Abkürzungsverzeichnis

3D	dreidimensional
AK	Ausschlusskriterien
Akt.-ass.	Aktiv-assistiv
Bzw.	Beziehungsweise
Ca.	circa
d.h.	das heisst
EK	Einschlusskriterien
Etc.	Et cetera
Evtl.	eventuell
F	Frauen
fMRI	funktionelle Magnetresonanztomographie
GRS	Graphic Rating Scale
IASP	International Association for the Study of Pain
J.	Jahre
KOF	Körperoberfläche
M	Männer
Max.	maximal
Min	Minuten
Min.	mindestens
N	Number
oEx	obere Extremität
OT	occupational therapist; Ergotherapeut
Pat.	Patient

PEDro	Physiotherapy Evidence Database
PNS	Peripheres Nervensystem
PT	physical therapist; Physiotherapeut
RCT	Randomized Controlled Trial
ROM	Range Of Motion
ROMDIFF	Range of Motion Differenz
SD	Standardabweichung
SE	Standardfehler
SZ	Schmerz
uEx	untere Extremität
u.U.	unter Umständen
v.a.	vor allem
VAS	Visual Analogue Scale
VR	Virtual Reality
z.B.	zum Beispiel
ZNS	Zentrales Nervensystem

9.4. Glossar

Definitionen gemäss Pschyrembel – Klinisches Wörterbuch (2004). Falls eine andere Quelle benutzt wurde, ist dies jeweils direkt unterhalb der Definition angegeben.

A:

Affektivität	Gesamtheit des Gefühls- und Gemütslebens mit Stimmungen, Emotionen und Trieben
afferent	zuführend; z.B. afferente Bahnen: Nerven, die Erregungen von peripheren Sensoren und Rezeptoren zum ZNS leiten
Analgesie	Aufhebung der Schmerzempfindung; 1. durch Medikamente 2.durch Schädigung sensibler Leitungsbahnen des zentralen oder peripheren Nervensystems
Atemdepression	Herabsetzen der Ansprechbarkeit des Atemzentrums auf Atemantriebe, z.B. durch Narkotika

C:

Compliance	Bereitschaft eines Pat. zur Zusammenarbeit mit dem Arzt bzw. zur Mitarbeit bei diagnostischen oder therapeutischen Massnahmen
------------	---

D:

Débridement	Wundexzision; Wundausschneidung im Rahmen der primären Wundversorgung durch keilförmiges Ausschneiden der Wundränder und des Wundgrunds im gesunden, gut durchbluteten Gewebe
-------------	---

E:

Endorphine	Kurzbezeichnung für endogene Morphine; Peptide mit stark analgetischer morphinähnlicher Wirkung
Exazerbation	Verschlimmerung; Steigerung, Wiederaufbrechen

G:

Goniometer	Messinstrument zur Bestimmung von Winkeln <i>(Definition der Autorin)</i>
------------	--

H:

Hypothalamus	unterhalb des Thalamus gelegene zentralnervöse Region; Teil des Zwischenhirns
--------------	---

I:

Immersiv	eintauchend; eindringend
Inhibieren	hemmen
Insula	Insel; von den umgebenden Teilen des Stirn-, Scheitel- und Schläfenlappens verdeckter Teil der Grosshirnrinde

K:

Katecholamine	Bezeichnung für biogene Amine, Neurotransmitter und Hormone, z.B. Dopamin, Adrenalin und Noradrenalin
Kognition	allgemeine Bezeichnung für Prozesse und Produkte von Wahrnehmung, Erkennen, Denken, Schlussfolgern, Urteilen, Erinnern etc.
Kontrakturen	1. dauerhafte Verkürzung eines Muskels 2. Funktions- und Bewegungseinschränkung von Gelenken

Kortex Cortex cerebri; Grosshirnrinde
Kortikal zur Grosshirnrinde gehörend

L:

Limbisches System System des ZNS; die dem Hypothalamus direkt übergeordnete Zentrale des endokrinen und vegetativ-nervösen Regulationssystems

M:

Morphin Morphinum; narkotisches Analgetikum

N:

nekrotisch Nekrose; Veränderungen einer Zelle oder eines Gewebes nach irreversiblen Ausfall der Zellfunktion (Zelltod)

Neuron Nervenzelle mit allen Fortsätzen

Neurotransmitter kleine Moleküle, die in Vesikeln des präsynaptischen Nervenendes gespeichert sind, durch ein Aktionspotential in den synaptischen Spalt freigesetzt werden und im ZNS sowie peripheren Nervensystem die Erregungsweiterleitung bewirken

Noradrenalin ein im Nebennierenmark und sympathischen Nervensystem gebildetes hormonal aktives Katecholamin

Noxe Schadstoff, krankheitserregende Ursache

Nozizeptiv Nozizeption; Wahrnehmung eines Schmerzreizes

O:

Obstipation Stuhlverstopfung

Opioid halb- und vollsynthetische bzw. körpereigene Substanzen mit morphinartiger Wirkung

P:

Peripheres Nervensystem Umfasst Hirnnerven, Rückenmarksnerven und periphere Ganglien

R:

randomisiert: statistischer Begriff für Zufallszuteilung; Verfahren zur Ausschaltung von systematischen Fehlern oder Einflüssen auf die statistische Auswertung

Range of Motion	Bewegungsausmass von Gelenken (<i>Definition der Autorin</i>)
Reliabilität:	Zuverlässigkeit; Mass für die Wiederholbarkeit eines Tests mit identischen Ergebnissen

S:

Serotonin	Biogenes Amin, das als Mediator und Neurotransmitter wirkt; nimmt im ZNS durch komplexe Projektionen Einfluss auf Stimmung, Schlaf-Wach-Rhythmus, Nahrungsaufnahme, Schmerz Wahrnehmung und Körpertemperatur
Sympathikus	sympathischer Teil des vegetativen Nervensystems

T:

Thalamus	grösste graue Kernmasse des Zwischenhirns; dient als Sammel- und Umschaltstelle für alle der Grosshirnrinde zufließenden sensibel-sensorischen Erregungen aus Umwelt und Innenwelt
Toxischen Epidermalen Nekrolyse	vgl. Lyell-Syndrom; seltene akute Hautveränderung, die durch blasige Ablösungen der Epidermis („Syndrom der verbrühten Haut“) gekennzeichnet ist (<i>Definition Wikipedia</i>)
Tractus spinothalamicus	von den Zellen des Hinterhorns ausgehende und in Vorderseitenstrang aufsteigende Bahnen für Druck-, Berührungs-, Schmerz- und Temperaturempfindung

V:

Validität	Gütekriterium für Testverfahren, das beschreibt, wie geeignet ein Verfahren zur Abbildung eines zu messenden Sachverhalts ist
Vasokonstriktion	Engstellung der Gefässe
Vegetatives Nervensystem	autonomes Nervensystem; Regelung der Vitalfunktionen (Atmung, Verdauung, Stoffwechsel, Sekretion, Wasserhaushalt etc.)

Z:

Zentrales Nervensystem	Umfasst Gehirn und Rückenmark
------------------------	-------------------------------

9.5. Definitive Search History

History [Download history](#) [Clear history](#)

Search	Add to builder	Query	Items found	Time
#10	Add	Search (((((((("Virtual Reality Exposure Therapy"[Mesh]) OR "virtual reality") OR virtual) OR reality) OR "immersive virtual reality")) AND (((burns[MeSH Terms]) OR "burn injur*") OR burn*[Title/Abstract])) AND (((((((("Randomized Controlled Trial"[Publication Type]) OR randomized[Title/Abstract]) OR controlled[Title/Abstract]) OR "Controlled Clinical Trial"[Publication Type]) OR case control studies[MeSH Terms]) OR "case reports"[Publication Type]) OR cohort studies[MeSH Terms])	64	05:58:22
#9	Add	Search (((((((("Randomized Controlled Trial"[Publication Type]) OR randomized[Title/Abstract]) OR controlled[Title/Abstract]) OR "Controlled Clinical Trial"[Publication Type]) OR case control studies[MeSH Terms]) OR "case reports"[Publication Type]) OR cohort studies[MeSH Terms])	3721428	05:57:12
#8	Add	Search ((burns[MeSH Terms]) OR "burn injur*") OR burn*[Title/Abstract]	82455	05:52:20
#7	Add	Search (((("Virtual Reality Exposure Therapy"[Mesh]) OR "virtual reality") OR virtual) OR reality) OR "immersive virtual reality"	58047	05:50:37

Abbildung 7
Printscreen des Suchvorgangs auf PubMed

9.6. Ausführliche Zusammenfassungen der Studien

9.6.1. Use of virtual reality for adjunctive treatment of adult burn pain during physical therapy: a controlled study. (Hoffman, 2000)

Ziel der Studie

Die Studie untersuchte, ob der Einsatz von immersiver VR den prozeduralen Schmerz bei Verbrennungspatienten während der Physiotherapie verringern kann.

Stichprobe

Es wurden zwölf Patienten zwischen 19-47 Jahren (Durchschnitt 27.67 Jahre) mit einem durchschnittlichen Verbrennungsausmass von 21% der Körperoberfläche rekrutiert, wobei es elf Männer waren und eine Frau. Elf Patienten hatten Verbrennungsverletzungen an den oberen Extremitäten und ein Patient an den unteren Extremitäten. Alle berichteten vorhergehend über Schmerzen während der Physiotherapie und keiner hatte Erfahrungen mit VR.

Intervention & Methode

Alle Patienten erhielten ihre medikamentöse Standardanalgesie und absolvierten direkt aufeinanderfolgend je drei Minuten Physiotherapie mit VR und drei Minuten ohne VR, wobei die Reihenfolge randomisiert war. Die VR erfolgte in Form des Programmes SpiderWorld. Währenddessen wurden Gelenkmobilisationen zur Verbesserung der ROM durch einen Ergotherapeuten durchgeführt.

Es wurde ein within-subject Design gewählt und der Alpha Wert liegt bei $p < 0.008$.

Assessments

Nach jedem 3-min-Zyklus wurde die maximale ROM des betroffenen Gelenkes durch den Therapeuten mit einem Goniometer gemessen.

Die primäre Outcome-Grösse „Schmerz“ wurde ebenfalls nach jeder Therapieeinheit während einer kurzen Pause mit fünf verschiedenen retrospektiven 100-mm VAS aufgenommen.

Gemessene Outcomes:

- 1) Zeit, die man an den Schmerz und/oder die Verletzung gedacht hat („time spent thinking about their pain and / or burn wound“)
- 2) Schlimmster Schmerz („worst pain“)
- 3) Durchschnittlicher Schmerz („average pain“)
- 4) Wie fest die Wunde gestört hat („How much their wound bothered them“)
- 5) Unannehmlichkeit der Physiotherapie („How unpleasant physical therapy was“)
- 6) Angst („anxiety“)
- 7) Range of Motion

2 und 3: Sensorische Komponente

4 und 5: Affektive Komponente

Nur nach VR gemessene Outcomes:

- 8) Übelkeit („nausea“)
- 9) Präsenz in VR („to what extent did you feel like you went into the VR?“)
- 10) Echtheit der VR („VR realness“)

Resultate

Zehn von zwölf Patienten wiesen eine grössere oder gleich grosse maximale ROM nach der VR-Kondition auf im Vergleich zur Kontrollkondition. Gemäss der 100-mm VAS waren die durchschnittlichen Schmerzangaben für alle Schmerzoutcomes bei allen Patienten ebenfalls signifikant tiefer in der VR-Situation. Die Zeit, die die Patienten an ihren Schmerz gedacht haben fiel von 60.75mm auf 13.67mm auf der VAS während VR, der schlimmste Schmerz von 42.00mm auf 19.92mm, der durchschnittliche Schmerz von 36.33mm auf 14.67mm, der Störfaktor der Wunde von 46.08mm auf 13.84mm und die Unannehmlichkeit der Therapie von 43.18mm auf 10.09mm.

Es wurde praktisch über keine Übelkeit berichtet (1mm von 100mm). Das durchschnittliche Gefühl der Präsenz während VR lag bei 63.67mm und die Echtheit bei 51.92mm. Die Angst war grösser, wenn keine VR angewendet wurde (durchschnittlich 26.42mm), als mit VR (durchschnittlich 10.17mm). Die Angstangabe zeigte somit einen Trend Richtung

Verringerung in der VR-Kondition, welcher aber als nicht-signifikant gewertet wurde ($p=0.07$).

Die drei Probanden, die das grösste Gefühl der Präsenz hatten, zeigten auch die grösste Schmerz- und Angstreduktion und umgekehrt.

Schlussfolgerungen der Autoren

Die VR-Kondition verringerte die Schmerzen und die Zeit, die der Patient an den Schmerz gedacht hat signifikant und unterstützt somit die Effektivitätshypothese von VR während der physiotherapeutischen Behandlung von Verbrennungspatienten.

Die Bewertung der Angst war tendenziell geringer in der VR Kondition, jedoch erreichte dieses Resultat keine Signifikanz. Die Autoren begründen dies damit, dass womöglich die Ausgangswerte der Angst schon gering waren.

Die Limitierungen der Studie sehen sie bei der Nicht-Verblindung des Therapeuten sowie der Patienten. Die Effekte werden des Weiteren durch die nur einmalig stattfindende kurze Therapieeinheit in ihrer Aussagekraft limitiert. Ausserdem implizieren die Autoren, dass die ROM von einer zweiten, verblindeten Person gemessen werden sollte um die Inter-Rater Reliabilität zu gewährleisten.

Obwohl alle Patienten dieser Studie eine Verringerung der Schmerzen mit VR zeigten, besteht die Notwendigkeit weiterer Studien, die den Einsatz von VR während längeren Therapieeinheiten und über wiederholte Anwendungen untersuchen.

9.6.2. Effectiveness of Virtual Reality-Based Pain Control with multiple treatments. (Hoffman et al., 2001)

Ziel der Studie

Das Ziel der Studie war zu untersuchen, ob VR über wiederholte Anwendungen hinweg zu einer Reduktion von Schmerzen bei Verbrennungspatienten während der Physiotherapie führen kann.

Stichprobe

Es nahmen sieben stationäre Patienten zwischen 9-32 Jahren (Durchschnitt: 21.9 Jahre) mit einem Verbrennungsausmass von durchschnittlich 23.7% (Range 3-60%) der Körperoberfläche teil. Alle Teilnehmer gaben vor der Rekrutierung einen maximalen Schmerz von fünf oder mehr auf der 0-10 VAS während der Physiotherapie an. Sechs der sieben Patienten waren Männer und keiner der Teilnehmer hatte Erfahrung mit VR.

Intervention & Methode

Die Patienten hatten an mindestens drei verschiedenen Tagen Physiotherapie in Form von aktiv-assistiver Gelenkmobilisation durch einen Ergotherapeuten. Dieser wählte dabei jeweils jenes Gelenk aus, das entweder die meisten Schmerzen bereitete oder im Bezug auf das Bewegungsausmass am meisten einschränkte. Die Teilnehmer verbrachten während einer Sitzung jeweils gleich viel Zeit in der Interventionssituation (VR) und der Kontrollsituation (keine Ablenkung), wobei die Reihenfolge durch Randomisierung festgelegt wurde. Wenn die VR-Kondition beispielsweise bei der ersten Sitzung zuerst erfolgte, war dementsprechend bei der zweiten Sitzung die Kontrollkondition als erstes dran. Die durchschnittliche Dauer der VR-Situation der ersten Sitzung war 3.5min, die zweite 4.9min und die dritte 6.4min. Die Patienten erhielten vor der Therapie ihre üblichen Analgetika, die je nach dem ob sie vorher gerade Verbandswechsel hatten unterschiedlich dosiert waren.

Jeder Patient nahm so lange an der Studie teil bis er oder sie aus dem Spital entlassen wurde oder sich einer Operation unterziehen musste. Nach drei Tagen waren nur noch vier Patienten übrig, was die Aussagekraft der Resultate der restlichen Tage einschränkt. Der erste Proband der Studie erlebte VR in Form des Programmes SpiderWorld, während die restlichen Patienten in SnowWorld interagierten.

Die Studie wurde als within-subject Design durchgeführt und das Signifikanz-Level ist bei $p < 0.01$.

Assessments

Am Ende jeder Therapiekondition wurde die maximale ROM durch den Therapeuten mittels Goniometer gemessen. Die Schmerzen wurden ebenfalls direkt nach jeder Therapieeinheit durch fünf retrospektive 100-mm VAS aufgenommen.

Gemessene Outcomes:

- 1) Zeit, die man an den Schmerz und/oder die Verletzung gedacht hat („How much time spent thinking about their pain and/or burn wound“)
- 2) Unannehmlichkeit der Physiotherapie („How unpleasant the physical therapy was“)
- 3) Wie fest die Wunde gestört hat („How much their wound bothered them“)
- 4) Schlimmster Schmerz („worst pain“)
- 5) Durchschnittlicher Schmerz („average pain“)
- 6) Range of Motion

4 und 5: Sensorische Komponente

2 und 3: Affektive Komponente

Nur nach VR gemessene Outcomes:

- 7) Übelkeit („nausea“)
- 8) Präsenz in VR („To what extent did you feel like you went into the VR“)
- 9) Echtheit der VR („How real did the objects in the VR seem to you“)

Resultate

Die Summe der durchschnittlich angegebenen Werte auf der VAS für Zeit, die man an Schmerzen gedacht hat, Unannehmlichkeit der Therapie, Störfaktor der Wunde und schlimmster sowie durchschnittlicher Schmerz waren in der Kontrollsituation an allen drei Tagen signifikant höher als während VR. Dabei gab es beim Vergleich der Effektgrösse zwischen den Tagen 1, 2 und 3 keinen Unterschied. An Tag 1 fiel die durchschnittliche Schmerzangabe von 71.94mm auf 32.40mm während VR ($p=0.000$), an Tag 2 von 67.41mm auf 30.84mm ($p=0.004$) und an Tag 3 von 77.89mm auf 34.41mm ($p=0.003$). Wenn die Schmerzkomponenten einzeln betrachtet werden, ist zwar bei allen eine Reduktion an allen drei Tagen erkennbar, aber nur die Zeit, die man an den Schmerz gedacht hat ist an allen drei Tagen signifikant geringer während VR.

Die ROM war ausser am zweiten Tag bei allen Sitzungen grösser in der VR-Kondition als ohne VR. Die Differenz der ROM zwischen VR und keiner VR beträgt am ersten Tag 15.4° , am zweiten -6.67° und am dritten 1.25° .

Die Übelkeit wurde bei maximal 2.7mm angegeben. Das Gefühl der Präsenz lag zwischen 59-53mm und die Echtheit der VR zwischen 66-51mm.

Schlussfolgerungen der Autoren

Die Autoren zeigen den über mehrere Anwendungen wiederholbaren positiven Effekt von VR auf die akuten Schmerzen bei Verbrennungspatienten während der Physiotherapie auf.

Dies auch bei Patienten mit heftigsten Schmerzen, denn sechs der sieben Patienten hatten durchschnittliche Schmerzen von 70mm oder mehr während der Therapie ohne VR. Als Limitierung der Studie erwähnen sie die Nicht-Verblindung des Therapeuten sowie die Tatsache, dass ein Therapeut bereits Erfahrung mit VR hatte. Der Fakt, dass die ROM unter der VR-Kondition in sechs von sieben Sitzungen grösser war, könnte jedoch darauf schliessen lassen, dass die Therapeuten während VR nicht weniger intensiv mobilisierten. Da der VR-Effekt über mehrere Sitzungen bestehen blieb, lassen die Autoren die Schlussfolgerung zu, dass es sich nicht ausschliesslich um einen Placebo Effekt handelt. Die Autoren betonen jedoch die Notwendigkeit von doppelverblindeten Studien mit VR, obwohl dies schwierig umzusetzen sei. Ausserdem sollte in zukünftigen Studien die

Häufigkeit und die Dauer der VR-Therapie, die Stichprobengrösse sowie die Vielfältigkeit an VR-Programmen erhöht werden.

Die Autoren erwähnen schliesslich, dass VR auch in anderen Schmerzsettings effektiv eingesetzt werden könnte. Da Verbrennungsschmerz zu den heftigsten Schmerzen zählt, ist es wahrscheinlich, dass der Effekt auch bei anderen schmerzhaften Prozeduren stattfindet, wie z.B. bei der Behandlung von Krebspatienten, Kindern mit zerebraler Lähmung, Hirnschlagpatienten oder sogar bei Zahnschmerzen.

9.6.3. The efficacy of playing a virtual reality game in modulating pain for children with acute burn injuries: A randomized controlled trial. (Das et al., 2005)

Ziel der Studie

Die Studie untersuchte, ob das Spielen eines Virtual Reality Spiels während dem Verbandswechsel die akuten Schmerzen bei Kindern mit Brandverletzungen verringert.

Stichprobe

Es wurden Kinder zwischen 5-18 Jahren gesucht, welche Verbrennungen von mehr als 3% der Körperoberfläche aufwiesen und Verbandswechsel benötigten. Kinder mit Verbrennungen an Händen, Gesicht oder Kopf, sowie Epilepsie oder verminderter intellektueller Kapazität wurden ausgeschlossen.

Es wurden schlussendlich neun Kinder zwischen 5-16 Jahren (Durchschnitt: 10 J.) ausgewählt, davon sechs Jungen und drei Mädchen. Das durchschnittliche Verbrennungsausmass war 5.3% (SD 3.4%) der KOF.

Eine vollständige Datenerhebung konnte nur bei sieben Kindern (Durchschnitt: 11.1 J., SD 3.5) durchgeführt werden.

Intervention & Methode

Die Probanden erhielten jeweils während der Hälfte des Verbandswechsels entweder nur die medikamentöse Schmerzbehandlung oder die medikamentöse Schmerzbehandlung kombiniert mit VR. Die Reihenfolge wurde durch eine Münze randomisiert. Das VR Spiel bestand daraus, auf Monster zu zielen und zu schiessen.

Der Verbandswechsel beinhaltete im ersten Teil das Entfernen der alten Bandagen und im zweiten Teil das Débridement der Wunde und die Applikation eines neuen Verbandes.

Es wurden insgesamt elf gültige Testsituationen zu unterschiedlichen Zeitpunkten durchgeführt, wobei jedes der sieben Kinder durchschnittlich 1.6 dessen absolvierte.

Die Studie wurde als within-subject Design gestaltet und das Signifikanz-Level liegt bei $p < 0.01$.

Assessments

Nach der ersten Hälfte, sowie nach Beendigung des Verbandswechsels wurde der durchschnittliche Schmerz mittels einer Faces Scale durch den Forscher aufgenommen. Am Ende der Behandlung wurden das Kind, die Mutter oder der Vater und das Pflegepersonal bezüglich ihrer Wahrnehmung der Intervention befragt. Dafür wurde ein standardisierter Fragebogen benützt. Für die Datenkollektion war nur ein einziger Forscher zuständig, wobei standardisierte Protokolle für Introduktion, Erklärungen, VR Ausführung und Datenkollektion die Intra-Rater Reliabilität gewährleisten sollte.

Gemessenes Outcome:

- 1) Durchschnittlicher Schmerz

Im Interview erfasste Punkte:

- Angstgefühl der Kinder
- Schmerzwahrnehmung der Kinder
- Nutzen von VR in einem klinischen Setting

Resultate

Bei zwei von den neun Teilnehmern wurden die Resultate für die weitere Datenanalyse zurückgezogen, da die betroffenen Kinder zu benommen von den Schmerzmedikamenten waren um einen adäquaten Umgang mit VR zu erreichen.

Bezüglich der benötigten Zeit wurde kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Behandlungshälften festgestellt ($p < 0.05$).

Die durchschnittliche Schmerzangabe auf der Faces Scale in der Kontrollsituation war 4.1 (SD 2.9) und in der Interventionssituation 1.3 (SD 1.8). Über die gesamten Trials hinweg gesehen war die durchschnittliche Differenz der Schmerzangabe zwischen VR und keiner VR bei 3.2 (SD 2.1), was gemäss dem gepaarten t-Test mit $p < 0.01$ als signifikant gilt.

Bei allen Kindern ausser einem konnte eine durchschnittliche Verbesserung auf der Schmerzskala von mindestens zwei Punkten während VR festgestellt werden.

Aus den Interviews mit den Pflegepersonen und Eltern konnte entnommen werden, dass sich alle einig waren, dass VR half die Kinder abzulenken und die Schmerzen zu reduzieren. Es gab keine negativen Kommentare.

Die Pflegepersonen sagten aus, dass die Kinder kooperativer waren und dies die Prozedur des Verbandswechsels erleichterte ohne die Kommunikation mit dem Kind

während der Behandlung zu beeinträchtigen. Die Eltern berichteten des Weiteren, dass die Kinder merklich weniger Angst hatten und sich auf das Spielen mit VR freuten.

Schlussfolgerungen der Autoren

Die Resultate der Studie liefern Evidenz für die Wirksamkeit von VR als Zusatzoption im Umgang mit den akuten Schmerzen bei Kindern während Verbandswechseln nach Verbrennungen. Die Autoren sehen VR als eine Anwendung, die minimales technisches Know-How benötigt, wenige Nebeneffekte aufweist, wiederverwendbar und vielseitig einsetzbar ist sowie nicht störend im Spitalumfeld eingebracht werden kann.

Limitierungen der Studie bestanden gemäss Autoren in der kleinen Stichprobengrösse, welche die Generalisierbarkeit der Resultate limitiert. Des Weiteren wurden einige Kinder mehr als einmal zu verschiedenen Zeitpunkten getestet. Somit könnten gewisse Lerneffekte oder eine allgemeine Schmerzreduktion durch den Heilungsprozess aufgetreten sein. Ausserdem fanden die älteren Kinder das VR Spiel zu einfach und somit weniger absorbierend wie die jüngeren unter ihnen.

9.6.4. Virtual Reality Pain Control During Burn Wound Debridement in the Hydrotank. (Hoffman et al., 2007)

Ziel der Studie

Die Studie untersuchte den Effekt von wasserverträglicher VR während der Behandlung von Verbrennungspatienten mit starken Schmerzen („severe to excruciating pain“) während dem Wund-Débridement im Hydrotank.

Stichprobe

Elf stationäre Patienten zwischen 9-40 Jahren (durchschnittlich 27 Jahre), welche bei der Wundversorgung trotz Analgetika exzessive Schmerzen erlebten, nahmen an der Studie teil. Obwohl die Studie offen war für beide Geschlechter waren alle Probanden Männer. Einer hatte Verbrennungen an den unteren Extremitäten und alle anderen an den oberen Extremitäten.

Intervention & Methode

Die einmalige Wundbehandlung wurde von einer Pflegeperson durchgeführt und beinhaltete die Wundreinigung sowie die Applikation der neuen Verbände während die Patienten im Hydrotank eingetaucht waren.

Die Probanden verbrachten dabei jeweils drei Minuten der Wundbehandlung in der VR-Kondition und drei Minuten ohne jegliche Ablenkung, wobei die Reihenfolge randomisiert war. Es wurde diejenige Sequenz der Wundbehandlung ausgewählt, die bei einer vergangenen Behandlung als am schmerzhaftesten beurteilt wurde. Die Standardanalgesie und Sedierung wurde 30-45 Minuten vor der Behandlung verabreicht und wurde nicht durch die Teilnahme an der Studie beeinflusst.

Die wasserverträgliche, nicht-elektrische VR wurde in Form von SnowWorld gestaltet. Die Studie wurde als within-subject Design durchgeführt und richtete sich nach dem Signifikanz-Level bei $p=0.05$.

Assessments

Nach jeder der beiden 3-min Sequenzen füllten die Probanden 0-10 GRS aus um ihre subjektive Schmerz Wahrnehmung zu beschreiben.

Gemessene Outcomes:

- 1) Schlimmster Schmerz („worst pain“)
- 2) Zeit, die man an Schmerz gedacht hat („time spent thinking about pain“)
- 3) Unannehmlichkeit des Schmerzes („pain unpleasantness“)

1: *Sensorische Komponente*

2: *Kognitive Komponente*

3: *Affektive Komponente*

Nur nach VR gemessene Outcomes:

- 4) Präsenz in VR („presence in VR“)
- 5) Spassfaktor („fun during wound care“)
- 6) Übelkeit („nausea“)

Resultate

Die Patienten berichteten im Durchschnitt bezüglich allen drei Schmerzoutcomes über eine statistisch signifikante Reduktion der Schmerzen während sie durch VR abgelenkt waren. Der schlimmste Schmerz fiel von 7.6 (SD 1.9) ohne VR auf 5.1 (SD 2.6) mit VR, die Zeit, die an Schmerz gedacht wurde von 7.6 (SD 3.1) auf 3.6 (SD 2.5) und die Unannehmlichkeit von 6.7 (SD 1.6) auf 4.1 (SD 2.8). Der Spassfaktor steigerte sich von 0.9 (SD 1.6) in der Kontrollsituation auf 3.8 (SD 3.3) in der Interventionssituation, was ebenfalls als signifikant eingestuft wird. Die durchschnittlich empfundene Präsenz in VR lag bei 3.4. Diejenigen sechs Patienten, die das stärkste Gefühl der Präsenz in der virtuellen Welt hatten (>3.4), zeigten auch den grössten Effekt durch VR. Die restlichen Patienten die ein Präsenzgefühl unter dem Durchschnitt hatten (<3.4) zeigten im

Gegensatz dazu keine signifikante Reduktion des schlimmsten Schmerzes, der Unannehmlichkeit des Schmerzes und auch keinen signifikanten Anstieg des Spassfaktors während VR. Jedoch dachten diese Patienten ebenfalls signifikant weniger an Schmerzen während VR.

Berichte über Übelkeit waren zu vernachlässigen (<1/10).

Schlussfolgerungen der Autoren

Die Studie zeigt den positiven Effekt von VR als nicht-medikamentöse Schmerzlinderung bei Verbrennungspatienten mit extrem starken Schmerzen während der Wundbehandlung im Hydrotank auf. Eine sehr hohe Intensität der Schmerzen zeige gemäss Autoren keinen schlechteren Effekt von VR, da gemäss Resultaten die sechs Patienten mit der höchsten Schmerzintensität bei der Behandlung ohne Ablenkung (>7.6) eine Reduktion des maximalen Schmerzes von 41% während VR zeigten.

Limitationen der Studie war die Nicht-Verblindung der Pflegepersonen. Die Autoren zeigen die Notwendigkeit auf, doppelverblindete Studien mit längeren Behandlungssequenzen durchzuführen.

Sie sehen ausserdem die Möglichkeit, VR zukünftig auch in der Therapie mit chronischen Schmerzpatienten einzusetzen. Durch VR-Ablenkung könnten allenfalls Schmerzen gelindert werden, die Bewegung und Training limitieren, was somit die Aktivität sowie die Motivation der Patienten fördern könnte. Ausserdem könnte die Anwendung von VR die Patienten dabei unterstützen, den Fokus weg von ihrem Schmerz zu nehmen und dies mit der Zeit auch in den Alltag ohne VR umsetzen zu lernen.

9.6.5. The effect of virtual reality on pain and range of motion in adults with burn injuries. (Carrougher et al., 2009)

Ziel der Studie

Das Ziel der Studie ist, den Effekt von immersiver VR auf subjektive Schmerzen und Range of Motion bei Verbrennungspatienten im Erwachsenenalter während der Physiotherapie im Vergleich mit derselben Therapie ohne VR darzulegen.

Stichprobe

Es wurden ursprünglich 41 stationäre Patienten eingeschlossen. Von 39 Patienten zwischen 21-57 Jahren (Durchschnitt: 35 Jahre) mit Verbrennungen von durchschnittlich

18% der Körperoberfläche (Range zwischen 3-60%) konnte schlussendlich eine komplette Datenerhebung durchgeführt werden. Darunter waren 35 Männer und vier Frauen.

Bei der Rekrutierung der Teilnehmer wurden diejenigen Verbrennungspatienten eingeschlossen, die über 20 Jahre alt waren und während ihres stationären Aufenthaltes an zwei aufeinanderfolgenden Tagen Physiotherapie in Form von aktiv-assistiven Gelenkmobilisationen benötigten.

Von der Studie ausgeschlossen wurden Patienten, die kein englisch sprachen, welche an Epilepsie litten oder bereits eine vollständige Range of Motion aufwiesen. Ein weiteres Ausschlusskriterium waren signifikante Verletzungen an Ohren, im Gesicht oder an der Kopfhaut, da diese das Tragen eines VR Helmes verunmöglichten.

Intervention & Methode

Am ersten Tag erhielten die Studienteilnehmer während der Therapie VR-Ablenkung in Form des Programmes SnowWorld und am zweiten Tag keine VR während sie unter Begleitung desselben Physiotherapeuten oder Ergotherapeuten aktiv-assistive ROM-Übungen ausführten. Die Reihenfolge der Interventionen wurde dabei randomisiert, sodass VR oder „keine VR“ die gleiche Chance hatte bei der ersten Sitzung an die Reihe zu kommen. Die durchschnittliche Dauer der Behandlung betrug zehn Minuten (range 7-15min) und wurde vorhergehend festgelegt. An beiden Tagen erhielten die Teilnehmer jeweils ihre übliche medikamentöse Standardanalgesie vor der Therapie, was nicht bei allen die gleiche Dosis an den zwei verschiedenen Tagen war.

Der Therapeut wählte jene Gelenke aus, welche entweder am meisten Schmerzen bereiteten oder in Bezug auf die ROM am meisten beeinträchtigt waren. Jeder Patient hatte schlussendlich mehr als ein Gelenk beübt, jedoch immer vom selben Therapeuten. Die Studie wurde als within-subject crossover Design durchgeführt und statistisch signifikante Unterschiede sind bei $p < 0.05$.

Assessments

Die ROM der in der Therapie beübten Gelenke wurde mittels eines Goniometers vom behandelnden Therapeuten jeweils direkt vor und nach der Therapieeinheit gemessen. Alle anderen Outcomes wurden jeweils nach Abschluss der 10-minütigen Behandlungssitzung mit einer 0-100 Graphic Rating Scale (GRS) vom Patienten bewertet. Übelkeit, Echtheit und Präsenz wurden ausschliesslich nach der Behandlung mit VR aufgenommen.

Gemessene Outcomes:

- 1) Schlimmster Schmerz („*worst pain*“)

- 2) Unannehmlichkeit des Schmerzes („*pain unpleasantness*“)
- 3) Zeit, die man an den Schmerz gedacht hat („*time spent thinking about the pain*“)
- 4) Range of Motion

Nur nach VR gemessene Outcomes:

- 5) Übelkeit („*nausea*“)
- 6) Echtheit der VR („*VR realness*“)
- 7) Präsenz in VR („*VR presence*“)

Resultate

Bei der ROM wurde eine leicht grössere Verbesserung während der Behandlung mit VR im Vergleich zur Behandlung ohne VR festgestellt. Die Resultate erreichten jedoch keine statistische Signifikanz ($p=0.243$). Im Durchschnitt war der ROM-Gewinn während VR bei 10.2° (SD 5.9) und ohne VR bei 9.2° (SD 4.6).

Bezüglich schlimmste Schmerzen, Unannehmlichkeit des Schmerzes und Zeit, die man an den Schmerz gedacht hat, konnte durch VR im Vergleich zur Kontrollintervention der Wert auf der GRS um jeweils 27%, 31% und 37% verringert werden, was einer statistischen Signifikanz entspricht.

Die Echtheit der VR Welt wurde durchschnittlich auf 25.6 (SD 23.5) geschätzt, die Präsenz wurde auf 35.1 (SD 26.0) bewertet und die empfundene Übelkeit lag bei 3.3 (SD 10.6).

Die durchschnittlich erhaltene Medikamentendosis während VR war 0.87 (SD 0.84) und bei der Behandlung ohne VR 1.04 (SD 1.1), was allerdings keinen signifikanten Unterschied ausmachte ($p=0.309$).

Schlussfolgerungen der Autoren

Die Autoren schlussfolgern, dass immersive VR die subjektiven Schmerzen bei Erwachsenen während der Therapie erfolgreich verringert, wobei die durchschnittliche ROM Verbesserung nicht signifikant grösser war als in der Kontrollsituation. Die Anwendung von VR hatte jedoch auch keine negativen Auswirkungen auf die ROM. Die Autoren fügen an, dass Schmerz und ROM zwei verschiedene Variablen seien und nicht zwangsläufig zusammenhängen, das heisst weniger Schmerz muss nicht zwangsläufig auch zu einer besseren ROM führen. Ausserdem sei die Hypothese, bereits nach einer 10-minütigen Therapiesitzung unter VR eine signifikante Verbesserung erreichen zu können, zu optimistisch gewesen.

Die Autoren implizieren ausserdem, dass je grösser das Gefühl der eigenen Präsenz in der VR ist, desto grösser sei der mögliche Effekt der Schmerzreduktion. Da sich die Qualität und die Möglichkeiten der VR-Technologie stetig verbessert, denken die Autoren,

dass sich in Zukunft das Präsenzgefühl und somit die Wirkung noch verstärken könnte und sich dadurch auch ein grösserer Effekt auf Outcomes wie z.B. die ROM ergeben könnte.

Zwei bedeutende Einschränkungen der Studie sind die Nicht-Verblindung der Teilnehmer sowie der Therapeuten gewesen.

Zusammenfassend sei VR gut im Spitalsetting zu verwenden und bietet eine sichere, nicht-medikamentöse Ergänzung der Schmerzbehandlung. Es benötigt allerdings eine kostenverbundene Anschaffung von spezialisierter Ausrüstung und Mitarbeiter Ressourcen für die Installation.

Die Autoren zeigen ausserdem die Notwendigkeit von weiterführenden Studien auf, welche den möglichen Effekt von Langzeit-VR auf funktionelle Outcomes untersuchen.

9.6.6. A randomized, controlled trial of immersive virtual reality analgesia, during physical therapy for pediatric burns. (Schmitt et al., 2010)

Ziel der Studie

Die Studie untersucht den Effekt von immersiver VR bei hospitalisierten Kindern mit Verbrennungsverletzungen während einer oder mehreren Physiotherapiesitzungen im Vergleich zur Therapie mit medikamentöser Standardversorgung alleine.

Stichprobe

Es wurden Kinder bis und mit 19 Jahre, welche Physiotherapie in Form von aktiv-assistiver Gelenkmobilisation an mindestens einem Tag während ihres Spitalaufenthaltes benötigten, rekrutiert. Kinder, die eine extreme Tendenz zu Bewegungsübelkeit hatten, Verbrennungen an Körperteilen aufwiesen, die den Gebrauch von VR verunmöglichten (z.B. an Ohren) oder an Epilepsie litten wurden von der Studie ausgeschlossen. Es wurden schliesslich 54 Teilnehmer zwischen 6-19 Jahren (Durchschnitt 12.0 ± 3.9 J.) ausgewählt. 44 (81%) davon waren männlich, was die typische pädiatrische Geschlechterverteilung in diesem Verbrennungscenter widerspiegelte. Die Kinder hatten Verbrennungen zwischen 1.5-50% der Körperoberfläche, wobei ein Kind sogar 100% Hautverlust aufgrund einer Toxischen Epidermalen Nekrolyse hatte.

Intervention & Methode

Die Probanden nahmen an ein bis fünf aufeinanderfolgenden Tagen an der Studie teil. Sie setzten die Therapie jeweils solange fort, bis sie entweder entlassen wurden, sich weiteren

Operationen unterziehen mussten oder bis sie aus anderen medizinischen, von der Studie unabhängigen Gründen, nicht mehr teilnehmen konnten.

Vor der Therapie erhielt jeder Proband eine medikamentöse Standardanalgesie oder Sedierung.

Jeweils derselbe Therapeut führte danach aktiv-assistive ROM-Übungen während 6-20min durch, wobei je die Kontroll- sowie die Interventionssituation gleich viel Zeit beanspruchten (3-10min).

Die Reihenfolge wurde randomisiert festgelegt.

Die VR-Kondition wurde in Form des Programmes SnowWorld gestaltet.

Die Studie wurde als within-subject crossover Design durchgeführt und das Signifikanz-Level liegt bei $p < 0.05$.

Assessments

Direkt nach jeder der beiden Behandlungssequenzen wurde mittels einer 0-100 GRS die Schmerzwahrnehmung gemessen. Die ROM des ersten behandelten Gelenkes wurde durch den Therapeuten direkt vor und direkt nach der Therapieeinheit mittels Goniometermessung aufgenommen.

Gemessene Outcomes:

- 1) Zeit, die man an den Schmerz gedacht hat („time spent thinking about pain“)
- 2) Unannehmlichkeit des Schmerzes („pain unpleasantness“)
- 3) Schlimmster Schmerz („worst pain“)
- 4) Spassfaktor der Therapie („amount of fun during the therapy session“)
- 5) ROM

1: *Kognitive Komponente*

2: *Affektive Komponente*

3: *Sensorische Komponente*

Nur nach VR gemessene Outcomes:

- 6) Übelkeit („nausea“)
- 7) Echtheit der VR („VR realness“)
- 8) Präsenz in VR („VR presence“)

Resultate

Alle 54 Patienten konnten mindestens einmal an der Therapie teilnehmen. 31 Patienten davon nahmen an zwei Tagen, 20 an drei Tagen, 9 an vier Tagen und 5 an fünf aufeinanderfolgenden Tagen teil. Der Verlust an Teilnehmern über die Studie hinweg

erfolgte aufgrund von medizinischen Gründen, die nicht von der Studie abhängig waren und ein weiteres Teilnehmen an der Therapie verunmöglichten.

Nach dem ersten Testtag konnte eine statistisch signifikante ($p < 0.05$) Reduktion der Zeit, die man an den Schmerz gedacht hat (44% Reduktion), der Unannehmlichkeit des Schmerzes (32% Reduktion) und des schlimmsten Schmerzes (27% Reduktion) festgestellt werden. Das Alter, Geschlecht oder Volkszugehörigkeit hatten keinen Einfluss auf diese Schmerzoutcomes.

Die Probanden berichteten auch über einen dreifach höheren Spassfaktor während der Therapie mit VR ($p < 0.001$).

Diese positiven Effekte konnten während mehreren aufeinanderfolgenden Therapiesitzungen erzielt werden ohne dass ein Gewöhnungseffekt eintrat.

Die maximale ROM zeigte durch die VR-Kondition keine signifikant grössere Verbesserung im Vergleich zur Kontrollsituation ($p = 0.21$), war jedoch signifikant grösser (durchschnittlich 6.8° mehr, $p = 0.03$) nach der zweiten Behandlungssituation, unabhängig davon in welcher Reihenfolge dies stattfand.

Die Präsenz wurde am ersten Tag auf 47.7 (SD 37.0), die Echtheit auf 35.7 (SD 33.1) und die Übelkeit auf 9.3 (SD 20.3) gewertet.

Schlussfolgerungen der Autoren

Die Resultate dieser Studie unterstützen die Evidenz von VR-Anwendung bei akutem, prozeduralen Schmerz bei pädiatrischen Verbrennungspatienten und zeigen einen Effekt über repetierte Anwendungen auf.

Das sekundäre Outcome „Spasfaktor“ hat laut den Autoren eine wichtige Bedeutung für eine Verbesserung der Compliance während der Rehabilitation und somit eventuell besseren Langzeitoutcomes.

VR wurde nicht mit einer statistisch signifikanten Verbesserung der ROM im Vergleich mit Therapie ohne VR assoziiert. Die Autoren betrachten die ROM aber als ein wichtiges funktionelles Outcome um in zukünftigen Langzeitstudien mit VR zu untersuchen.

Wichtige Limitationen der Studie sind die Nicht-Verblindung von Therapeuten und Teilnehmern.

Ausserdem könnten die fehlenden Daten von denjenigen Probanden, die nur am ersten Tag teilnahmen, die Resultate verfälschen, da die Verbleibenden möglicherweise stärker betroffen waren und somit die ursprüngliche Population nicht richtig abbilden.

9.7. Ausführliche PEDro-Kriterien

Tabelle 13
Detaillierte PEDro-Kriterien Hoffman et al. (2000)

PEDro Kriterium	X=erfüllt - =nicht erfüllt	Textstelle
1. Ein- und Ausschlusskriterien	(-)	Keine konkreten Kriterien aufgeführt
2. Randomisierung	X	S.2, Subjects „The order in which the treatments were administered was randomized...“
3. Verblindete Randomisierung	-	Nicht erwähnt
4. Gruppen vor der Behandlung vergleichbar	X	Within-subject Design
5. Messung verblindet	-	S. 2, Subjects „...ROM was measured...by the occupational therapist.“ „...patients completed five retrospective subjective pain ratings...“
6. Patienten verblindet	-	S. 5, Discussion „...patients were also not blind to experimental conditions...“
7. Therapeuten verblindet	-	S. 5, Discussion „...the occupational therapists were aware of the treatment condition...“
8. Vollständige Nachkontrolle	X (100%)	S. 5, Figure 3
9. Intention-to-treat analysis	X	Nicht anders erwähnt. Die Patienten erhielten jeweils beide Behandlungen.
10. Vergleich zwischen Gruppen	X	S.4, Table 1, Figure 2 S.5, Figure 3
11. Mittelwerte und Streuung	X	S.4, Table 1, Figure 2
TOTAL: 6/10		

Tabelle 14
Detaillierte PEDro-Kriterien Hoffman et al. (2001)

PEDro Kriterium	X=erfüllt -nicht erfüllt	Textstelle
1.Ein- und Ausschlusskriterien	(-)	Keine konkreten Kriterien aufgeführt
2.Randomisierung	X	S.231, Subjects „The order in which the treatments were administered was randomized...“
3.Verblindete Randomisierung	-	Nicht erwähnt
4.Gruppen vor der Behandlung vergleichbar	X	Within-subject Design
5.Messung verblindet	-	S. 231, Subjects „...maximum range of motion...was measured by the occupational therapist...“ „...patients completed five retrospective subjective pain ratings...“
6.Patienten verblindet	-	Die Patienten sind sich der jeweiligen Behandlungskondition bewusst
7.Therapeuten verblindet	-	S. 233, Demand Characteristics „...the therapist was aware of the treatment condition...“
8.Vollständige Nachkontrolle	X (100%)	S. 233, Figure 2, Table 5
9.Intention-to-treat analysis	X	Nicht anders erwähnt. Die Patienten erhielten jeweils beide Behandlungen.
10.Vergleich zwischen Gruppen	X	S. 232, Table 1, 2, 3 S. 233, Figure 2, Table 4, 5
11.Mittelwerte und Streuung	X	S. 232, Table 1, 2, 3 S. 233, Table 4, 5
TOTAL: 6/10		

Tabelle 15
Detaillierte PEDro-Kriterien Das et al. (2005)

PEDro Kriterium	X=erfüllt -nicht erfüllt	Textstelle
1.Ein- und Ausschlusskriterien	(X)	S. 2, Study sample „...were eligible for inclusion...“ „...were not included...“
2.Randomisierung	X	S. 3, Interventions „...randomly assigned...following a coin toss...“
3.Verblindete Randomisierung	-	Nicht erwähnt
4.Gruppen vor der Behandlung vergleichbar	X	Within-Subject Design
5.Messung verblindet	-	S. 3, Data collection „...the researcher obtained scores for average pain using the Face Scale, and interviewed the child, mother and the nursing staff...“
6.Patienten verblindet	-	Die Patienten sind sich der jeweiligen Behandlungskondition bewusst
7.Therapeuten verblindet	-	Die Pflegepersonen sind sich der jeweiligen Behandlungskondition bewusst
8.Vollständige Nachkontrolle	- (78%)	S. 4, Trials „The results of two subjects were withdrawn for further analysis...“
9.Intention-to-treat analysis	X	Nicht anders erwähnt. Die Patienten erhielten jeweils beide Behandlungen.
10.Vergleich zwischen Gruppen	X	S. 6, Pain change „...mean pain score difference between administrations was 3.2 (SD 2.1), which was significant using paired t-test (p<0.01).“ S. 6, Figure 4 S. 7, Figure 5
11.Mittelwerte und Streuung	X	S.6, Pain change „With pharmacological analgesia only, the mean pain score ... was 4.1 (SD 2.9), whilst for VR coupled with pharmacological analgesia, the average pain score was 1.3 (SD 1.8).“
TOTAL: 5/10		

Tabelle 16
Detaillierte PEDro-Kriterien Hoffman et al. (2007)

PEDro Kriterium	X=erfüllt -nicht erfüllt	Textstelle
1.Ein- und Ausschlusskriterien	(-)	Nicht genügend aufgeführt
2.Randomisierung	X	S.301, Participants „The order in which the control condition and the treatment condition were administered was randomized...“
3.Verblindete Randomisierung	-	Nicht erwähnt
4.Gruppen vor der Behandlung vergleichbar	X	Within-subject Design
5.Messung verblindet	-	S. 301, Participants „...patients completed 3 subjective pain ratings...“
6.Patienten verblindet	-	Die Patienten sind sich der jeweiligen Behandlungskondition bewusst
7.Therapeuten verblindet	-	S. 302, Discussion „...the nurses performing the wound care were aware of the treatment condition...“
8.Vollständige Nachkontrolle	X (100%)	S. 302, Table 1
9.Intention-to-treat analysis	X	Nicht anders erwähnt. Die Patienten erhielten jeweils beide Behandlungen.
10.Vergleich zwischen Gruppen	X	S. 302, Table 1
11.Mittelwerte und Streuung	X	S. 302, Table 1
TOTAL: 6/10		

Tabelle 17
Detaillierte PEDro-Kriterien Carrouger et al. (2009)

PEDro Kriterium	X=erfüllt -nicht erfüllt	Textstelle
1.Ein- und Ausschlusskriterien	(X)	S.3, Methods „Eligible patients included...“ „Patients were ineligible if...“
2.Randomisierung	X	S.3, Methods „...with the order of treatment (VR or no VR) randomized...“
3.Verblindete Randomisierung	-	Nicht erwähnt
4.Gruppen vor der Behandlung vergleichbar	X	Within-subject Design
5.Messung verblindet	-	S.4, Outcome Measures „Self-reported subjective assessments for pain...“ „Goniometry measurements for joint ROM,... were performed by the treating therapist...“
6.Patienten verblindet	-	S.6, Limitations „Subjects were not blind to the treatment condition...“
7.Therapeuten verblindet	-	S. 6, Limitations „...the treating therapist was also aware of treatment conditions...“
8.Vollständige Nachkontrolle	X (95%)	S.4, Results „Data analysis were performed on the 39 remaining subjects with complete data.“
9.Intention-to-treat analysis	X	Nicht anders erwähnt. Die Patienten erhielten jeweils beide Behandlungen.
10.Vergleich zwischen Gruppen	X	S. 13, Table 2 S. 14, Table 3
11.Mittelwerte und Streuung	X	S.13, Table 2 S. 14, Table 3
TOTAL: 6/10		

Tabelle 18
Detaillierte PEDro-Kriterien Schmitt et al. (2010)

PEDro Kriterium	X=erfüllt -nicht erfüllt	Textstelle
1.Ein- und Ausschlusskriterien	(X)	S. 62, Subjects „Eligible subjects were...“ „Exclusion criteria included...“
2.Randomisierung	X	S. 63, Procedures „The order of conditions was randomized...“
3.Verblindete Randomisierung	-	Nicht erwähnt
4.Gruppen vor der Behandlung vergleichbar	X	Within-subject Design
5.Messung verblindet	-	S. 63, Procedures „Subjects were asked to report each of three subjective pain ratings...“ „...the physical therapist measured the maximum range-of-motion...“
6.Patienten verblindet	-	S. 66, Discussion „...subjects were not blinded to the treatment condition...“
7.Therapeuten verblindet	-	S. 66, Discussion „...participating physical therapists were aware of the treatment condition...“
8.Vollständige Nachkontrolle	X (100%)	S. 64, Figure 1 „Analyzed (n=54)“
9.Intention-to-treat analysis	X	S. 64, Figure 1 „Did not receive allocated intervention (n=0)“
10.Vergleich zwischen Gruppen	X	S. 65, Figure 2, 3 S. 66, Table 2
11.Mittelwerte und Streuung	X	S. 65, Figure 2, 3 S. 66, Table 2
TOTAL: 6/10		

10. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich ganz herzlich bei allen bedanken, die mich während der Entstehung dieser Arbeit unterstützt haben. Ein besonderes Dankeschön gilt meinen beiden Betreuern, Emmanuel Brunner und Jan Kool, für die kompetente Beratung sowie Freunden und Familie, die mich mit wertvoller Kritik und motivierender Art stets weitergebracht haben.

11. Eigenständigkeitserklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst habe.

Datum, Ort: _____

Unterschrift: _____