

P. Diesing, D. Hochmann, U. Boenick, M. Kraft

Ein neues Verfahren zur patientenorientierten Zuordnung von Rollstuhlsitzkissen auf Basis von standardisierten Prüfverfahren

A novel method for patient-oriented assignment of wheelchair cushions based on standardized laboratory testing procedures

Fachgebiet Medizintechnik, Technische Universität Berlin, Deutschland

Schlüsselwörter: Sitzkissen – Dekubitus – Rollstuhl – Druckverteilungsmessung – Mikroklima – Scherspannungen

Keywords: Cushion – Pressure ulcer – Wheelchair – Pressure measurement – Microclimate – shear

Rollstuhlsitzkissen sind die Schnittstelle zwischen Rollstuhl und Rollstuhlfahrer und übernehmen dabei Last übertragende und stabilisierende Aufgaben. Zusätzlich sollen sie helfen, Druckgeschwüre durch mechanische Entlastung und einen Abtransport von Feuchtigkeit und Wärme zu vermeiden. Die Auswahl eines Sitzkissen erfolgt dabei häufig anhand einer subjektiven Einschätzung der Sitzkisseneigenschaften, was die durchschnittliche Qualität der Versorgung negativ beeinflussen kann und unter Kostengesichtspunkten die Auswahl hochwertiger Kissen nur schwer rechtfertigt. Dieser Artikel beschreibt ein Verfahren, Sitzkissen anhand von messtechnisch erfassten Kennwerten und einer standardisierten Patientenprofilhebung auszuwählen. Dazu wird eine Übersicht über die am Markt erhältlichen Sitzkissen gegeben und Möglichkeiten erörtert, die Sitzkissen anhand von strukturierten Entscheidungshilfen nachvollziehbar auszuwählen und die Anforderungen des Patienten unterstützend einzuteilen und zuzuordnen.

A wheelchair seat cushion represents the interface between the wheelchair and the wheelchair driver and has to manage the force transmission and the stabilization between both of them. An additional very important requirement is the prevention of pressure ulcers by pressure relief and the transfer of humidity and heat away from the patient. The allocation of a cushion to the patient happens normally on the base of a subjective description of the cushion without any transparent decision rules. Consequently the quality of this procedure could be improved by a better description of the cushion, based on standardized laboratory tests and by the development of decision tools helping to identify the main efforts of the user. This article describes a procedure that allows the allocation of wheelchair seat cushions based on the characteristic of cushions from standardized laboratory tests and on the brief description of the user. Additionally the existing principles for wheelchair cushions are listed, described and compared. The possibilities to develop structured decision tools for wheelchair cushions are discussed.

1. Einleitung

Druckbedingte Geschwüre stellen eine ernsthafte Bedrohung eines Rollstuhlnutzers dar. Es wird vermutet, dass zwischen 36 % und 50 % der älteren Rollstuhlnutzer einen Dekubitus entwickeln [10]. Noch stärker gefährdet sind querschnittsgelähmte Patienten, da sie keinen Druckschmerz wahrnehmen und oft kein Positionswechsel aus eigener Kraft bewirken können. Typische Indikationen für Rollstuhlnutzer sind periphere Lähmungen (Tetraplegie, Paraplegie, Spina Bifida), zerebrale Lähmungen (Hemiplegie, Multiple Sklerose, Schädel-Hirn-Trauma, Infantile Zerebralparese), Amputationen oder geriatrische Immobilität. Aktuelle Studien besagen, dass 50 bis 80 % aller querschnittsgelähmten Rollstuhlfahrer einen Dekubitus entwickeln [10].

Auch volkswirtschaftlich ist Dekubitus ein großes Problem. Die jährlichen Gesamtkosten für die Versorgung von Druckgeschwüren belaufen sich in der BRD auf geschätzte 1 bis 2 Mrd. € [13] und in den USA auf über 6,4 Mrd. \$. [9]. Als eine der wirksamen Maßnahmen zur Dekubitus-Prophylaxe bei Rollstuhlnutzern hat sich neben der sachgemäßen Pflege der Einsatz von speziellen Antidekubitus-

Sitzkissen herausgestellt. In mehreren klinischen Studien wird bei Verwendung solcher Sitzkissen eine Reduktion der Dekubitus-Inzidenz beschrieben (Bardsley 1984; Conine 1994, Geyer 2001, Lim 1988, Shaw 1993, Shaw 1996).

Rollstuhlkissen haben als Schnittstelle zum Rollstuhl neben der Dekubitusvermeidung noch weitere wichtige Funktionen. So müssen sie zusätzlich zur Druckentlastung eine ausreichende Stabilität und Kraftübertragung vom Rollstuhlfahrer auf den Rollstuhl beim aktiven Fahren ermöglichen. Betroffene, die nur noch über eine eingeschränkte muskuläre Funktionen verfügen, müssen gegen Verrutschen beim Fahren gesichert werden. Liegen bei dem Rollstuhlfahrer bereits Skoliosen vor, sollte dieser Schiefstand möglichst ausgeglichen, bzw. eine ausreichende Druckentlastung trotz der unsymmetrischen Belastung sichergestellt werden. Weiterhin entscheiden häufig der subjektiv empfundene Komfort und die Kompatibilität mit den täglichen Verrichtungen eines Behinderten über die Verwendung und damit auch über die Wirkung des Hilfsmittels.

Soll ein Rollstuhlfahrer mit einem geeigneten Rollstuhlsitzkissen versorgt werden, benötigt man für die Auswahl eines Produktes sowohl Informationen über den Patienten

und seinen Rollstuhl als auch Bewertungen der in Frage kommenden Produkte. Zusätzlich müssen Erfahrungen vorliegen, wann welche Produkte bei welchem Patienten auf welchem Rollstuhl angewandt werden sollen. Kann man den Patienten und den Rollstuhl anhand einer Profilerhebung genau beschreiben, so liegen über das Sitzkissen häufig nur wagen Erkenntnisse, bzw. allgemein formulierte Entscheidungsregeln vor. Sowohl vergleichbare Beschreibungen von Rollstuhlsitzkissen als auch valide Zuordnungsverfahren liegen derzeit praktisch nicht vor. Eine Vorgehensweise zur Charakterisierung und Zuordnung von Rollstuhlsitzkissen wird im folgenden Artikel skizziert.

2. Status Quo

Rollstuhlsitzkissen werden häufig von Leistungserbringern bei der Auswahl und Anpassung von Rollstühlen ausgewählt. Ein bei der Auswahl eines passenden Rollstuhls angefertigtes Patientenprofil, wie es beispielsweise in der entsprechenden Leitlinie der Bundesfachschule Orthopädiertechnik bereitgestellt wird [4], eignet sich grundsätzlich auch für die Auswahl eines passenden Rollstuhlsitzkissens. Im Bereich der Hauspflege erfolgt die Auswahl des Hilfsmittels dagegen häufig auf Initiative des betreuenden Arztes, üblicherweise des Hausarztes des Betroffenen. Erkennt er die Notwendigkeit für ein Sitzkissen, stellt er eine Verordnung aus, die aber meistens unspezifisch bleibt. In der Folge wird ein Leistungserbringer (z. B. ein Sanitätshaus) mit der Versorgung des Patienten beauftragt. Der Leistungserbringer wählt nun auf Basis seiner Erfahrung und unter Berücksichtigung der voraussichtlichen Erstattung durch den Kostenträger ein aus seiner Sicht geeignetes Hilfsmittel aus. Ob die Auswahl eines Sitzkissens dabei immer auf Basis eines Patientenprofils erfolgt, ist zumindest fraglich.

Wurde ein Patientenprofil aufgenommen, benötigt der Leistungserbringer für die Auswahl des Hilfsmittels eine vergleichbare Beschreibung der Leistungsfähigkeit der zur Verfügung stehenden Sitzkissen. Eine derartige Beschreibung des Hilfsmittels wird zwar von jedem Hersteller in sehr unterschiedlicher Qualität geliefert, lässt aber keinen Vergleich der Produkte verschiedener Hersteller zu. Hinzu kommt, dass einheitliche Richtlinien für die Bewertung im Sinne einer Norm oder eines Standards bisher nicht existieren, so dass beispielsweise Angaben zur Druckentlastung aufgrund unterschiedlicher Messverfahren nicht vergleichbar sind.

Aufgrund des Fehlens entsprechender Bewertungen findet man auch praktisch keine validen Auswahlregeln für Rollstuhlsitzkissen.

3. Rollstuhlsitzkissen

3.1 Aufbau

Zur adäquaten Zuordnung von Rollstuhlsitzkissen ist eine grundlegende Kenntnis ihrer Eigenschaften unabdingbar. Ein Rollstuhlsitzkissen besteht meistens aus einem Kern und einem Bezug. In seltenen Fällen kann auf einen Bezug verzichtet werden, da die Oberfläche des Kernmaterials die Funktionen des Bezuges übernimmt.

Der Kern nimmt die Normalkräfte auf und entlastet den Bereich der Sitzbeinhöcker durch die Verteilung des Druckes auf die gesamte Kontaktfläche. Die Gesamtkraft wird auf den Rollstuhl übertragen. Weiterhin überträgt der Kern die auftretenden Längs- und Querschleunigungen auf den Rollstuhl und liefert somit die notwendige Stabilität. Die Horizontalkräfte können dabei durch Formschluss (konturierte Oberfläche) oder durch Reibschluss übertragen werden.

Der Überzug übernimmt die Aufgabe, das Kernmaterial vor Verschmutzung und anderen äußeren Einflüssen zu schützen. Dabei dient er als direkter Reibpartner zwischen Rollstuhlfahrer und Kissen sowie zwischen Kissen und Rollstuhlsitzfläche und muss somit die auftretenden Horizontalkräfte übertragen. Eine weitere Eigenschaft betrifft die Möglichkeit mit dem Überzug durch entsprechende Beschichtung die Wasserdampfdurchlässigkeit zu steuern, was insbesondere bei einem inkontinenten Patienten eine Verunreinigung und Beschädigung des Kerns vermeidet. Wenngleich zumeist nicht erwünscht, beeinflusst die Beschaffenheit des Bezugs auch die Druckentlastung durch auftretende Hängematteneffekte.

3.2 Anforderungen

Rollstuhlsitzkissen müssen abgestimmt auf den jeweiligen Anwender ein Spektrum von teilweise gegensätzlichen Anforderungen erfüllen. Ein wichtiger Faktor ist dabei die Vermeidung von Dekubitalgeschwüren. Wenngleich die Ätiologie von Druckgeschwüren bisher nicht abschließend geklärt wurde, so tritt ein Dekubitus immer durch die Einwirkung von Druck über eine bestimmte Zeit auf [7, 12, 8]. Die Toleranz für einen über einen bestimmten Zeitraum wirkenden Druck ist individuell verschieden. Man kann aktuell davon ausgehen, dass durch Senkung einer über einen definierten Zeitraum auf das Gewebe wirkenden Belastung auch das Dekubitusrisiko sinkt. Diese Belastung lässt sich unterteilen in die wirkenden Normalkräfte, ausgedrückt als Normalkraft pro Flächeneinheit (Druck) und die in der Hautebene messbare Kraft pro Flächeneinheit, die sogenannte Scherspannung. Negativ beeinflusst wird die maximal einkoppelbare Scherspannung zusätzlich durch die am Übergang zwischen Haut und Kontaktfläche kumulierende Feuchte.

Zusätzlich zu den Eigenschaften der Dekubitusprophylaxe und -therapie muss das Rollstuhlsitzkissen bei der Anpassung des Rollstuhls berücksichtigt werden, da es die Sitzposition maßgeblich beeinflusst. Der Rollstuhlfahrer darf durch das Hilfsmittel nicht in seinen Aktivitäten eingeschränkt werden. Dazu gehört auch, dass bereits vorhandene Skoliosen ausgeglichen, bzw. deren Auswirkungen auf den Sitzdruck minimiert werden. Insbesondere die Stabilität des Sitzens muss für unterschiedliche Lebenssituationen in die Auswahl einbezogen werden. Ein Rutschen des Rollstuhls auf dem Rollstuhl oder des Betroffenen auf dem Kissen ist nach Möglichkeit zu vermeiden, wenngleich diese Anforderung grundsätzlich der Minimierung der Scherspannung widerspricht. Zusätzlich erschwerend kommt hinzu, dass sich die gewünschten Ausprägungen dieser Anforderungen je nach Indikation unterscheiden.

3.3 Mögliche Einteilung von Rollstuhlsitzkissen

Je nach Betrachtungsweise können Rollstuhlsitzkissen unterschiedlich eingeteilt werden. Will man eine allgemeine Zuordnung von Sitzkissen zum Patient auf Basis dieser Zuordnung vornehmen, muss die Einteilung eine einfache Zuordnung beim Großteil der Patienten ermöglichen. Eine Unterteilung kann abgesehen von der direkten Abhängigkeit von der Rollstuhlgeometrie nach folgenden Kriterien erfolgen:

- Einteilung nach Arbeitsprinzipien zur Dekubitusvermeidung,
- Einteilung nach Materialien,
- Einteilung nach Funktionalität,
- Einteilung nach Indikation.

Die Einteilung nach Arbeitsprinzipien zur Dekubitusprophylaxe und -therapie unterscheidet zwischen:

- Weichlagerung,
- Wechsellagerung,
- Freilagerung,
- aktive und passive Belüftung sowie
- Wahrnehmungsförderung.

Die einzelnen Arbeitsprinzipien lassen sich in ihrer Umsetzung im Hilfsmittel gut mittels Laborprüfverfahren bewerten und ermöglichen damit eine objektive Beschreibung der potentiellen Wirkungsweise. Für eine Einteilung eignet sich diese Charakterisierung aber nicht, da in neueren Produkten häufig mehrere Arbeitsprinzipien in unterschiedlicher Ausprägung umgesetzt wurden. Das gleiche gilt für eine Einteilung nach den für den Kern und den Überzug verwendeten Materialien, die gemäß den marktüblichen Bezeichnungen im folgenden Abschnitt aufgeführt werden. Für den Überzug unterscheidet man Textilien, die weitgehend wasserdampfdurchlässig sind und üblicherweise als Inkontinenzbezüge bezeichnet werden, von solchen, die luft- und wasserdampfdurchlässig sind. Die Querzirkulation kann durch den Einsatz von Abstandsgewirken im Bezug zusätzlich verbessert werden.

Für eine übersichtliche und auf eine einfache Zuordnungsvorschrift ausgerichtete Einteilung eignet sich am besten die Unterteilung nach der Funktionalität, die die Arbeitsprinzipien der Dekubitusprophylaxe und -therapie mit den zusätzlichen Eigenschaften eines Rollstuhlsitzkissens kombiniert. Ausgerichtet an dieser Systematik kann man die folgende Einteilung vornehmen:

- Produkte, bei denen die Druckentlastung auf Basis von Weichlagerung erfolgt.
- Produkte, die druckentlastende Weichlagerung und Freilagerung kombinieren
- nicht anpassbare Produkte, die zusätzlich zur Druckentlastung die Fahrstabilität erhöhen
- anpassbare Produkte, die zusätzlich zur Druckentlastung die Fahrstabilität erhöhen
- Produkte, die zusätzlich zur Druckentlastung die Fahrstabilität erhöhen und die Möglichkeit bieten, individuell (anpassbar) die Auswirkungen von Körperfehlstellungen (z. B. Skoliosen) zu minimieren

3.4 Konstruktionsprinzipien von Rollstuhlsitzkissen

Wie im vorhergehenden Abschnitt dargestellt, gibt es unterschiedliche Möglichkeiten Rollstuhlsitzkissen einzuteilen. Im vorliegenden Abschnitt werden die Sitzkissen wie in der Praxis üblich anhand des Aufbaus des Kerns eingeteilt.

Am weitesten verbreitet sind heute Schaumstoffkissen. Sie basieren auf dem Weichlagerungsprinzip und können grob in einschichtige, mehrschichtige und Schaumstoffkissen mit herausnehmbaren Würfeln unterteilt werden (Abb. 1-3). Einfache ein- und mehrschichtige Schaumstoffkissen sind preisgünstig und zeichnen sich durch geringes Gewicht aus, ihre druckentlastende Wirkung wird jedoch als begrenzt angesehen. Insbesondere bei einschichtigen Schaumstoffkissen ist der verwendete Schaumstoff immer ein Kompromiss zwischen einer opti-



Abbildung 1. Einschichtiges Schaumstoffkissen (Quelle Fa. Kubivent)

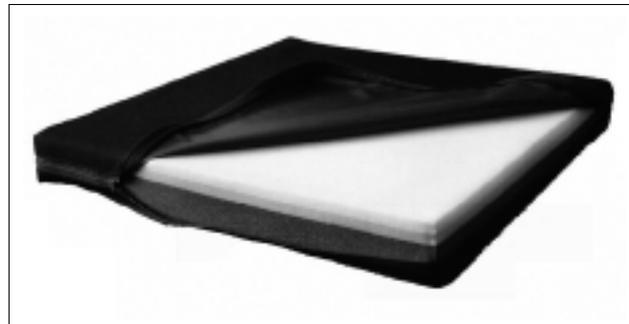


Abbildung 2. Mehrschichtiges viskoelastisches Schaumstoffkissen



Abbildung 3. Schaumstoffkissen mit herausnehmbaren Würfeln

malen Druckentlastung und einer stabilen Sitzposition. Die mehrschichtigen Schaumstoffkissen bestehen daher aus einer Kombination verschiedener Schaumstoffe, wobei die untere Schicht meist eine höhere und die obere Schicht eine geringere Stauchhärte aufweist. Die Sitzfläche der Schaumstoffkissen wird zu einer besseren Luftzirkulation oft durch Einschnitte in einzelne Segmente (Würfel) unterteilt. Um Druckspitzen an den Kanten zu vermeiden, werden die Würfelkanten abgerundet.

Die Schaumstoffkissen mit herausnehmbaren Würfeln (Abb. 3) kombinieren in ihrer Konstruktion das Weichlagerungs- mit dem Hohllagerungsprinzip. Sie bestehen aus herausnehmbaren Würfelementen unterschiedlichen Raumgewichtes und unterschiedlicher Stauchhärte, die sich in einem Rahmen (oft ein wabenartiges Kunststoff- oder Drahtgitter) befinden und entnommen oder ausgewechselt werden können. An den dekubitusgefährdeten Körperstellen werden meist Schaumstoffe niedrigerer Härte eingesetzt. Zur gezielten Hohllagerung können ein oder mehrere Würfel entfernt werden.

Heute werden verstärkt Sitzkissen mit einer oberen Schicht aus einem viskoelastischen Schaumstoff angeboten. Viskoelastische Schaumstoffe verändern ihre Härte bei Temperatureinwirkung und bilden sich nach einer Deformation nur langsam zurück. Dadurch soll eine besonders gute Anpassung an die Körperkonturen und in der Folge eine gleichmäßigere Druckverteilung erreicht werden. Ob die relativ starren Sitzmulden die Eigenmobilität des Patienten zusätzlich einschränken, ist fraglich und sollte Thema zukünftiger Untersuchungen sein.

Durch die meist offenporige Struktur der verwendeten Werkstoffe kann die Feuchtigkeit bei Schaumstoffkissen gut abtransportiert werden. Die isolierenden Eigenschaften von Schaumstoffen können jedoch unter Umständen zu einem Wärmestau führen. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Alterung der Schaumstoffe, da sie mit der Zeit ihre Elastizität und somit ihre druckentlastende Wirkung verlieren.

Gelkissen (Abb. 4) bestehen aus Gelen auf Wasser-, Silikon- oder Polymer-Basis, die auf Grund ihrer molekularen Struktur verformbar, aber nicht kompressibel sind. Ihre mechanischen Eigenschaften sind denen natürlicher Fettgewebe sehr ähnlich. Durch den Einsatz von Gel-

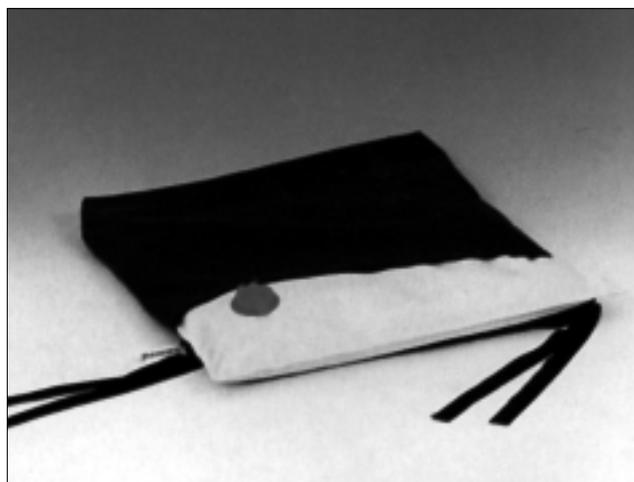


Abbildung 4. Gelkissen

kissen wird die Auflagefläche kaum vergrößert, jedoch passen sich Gelkissen der Körperoberfläche an und können sich an Lageveränderungen adaptieren. Das führt zu einer gleichmäßigeren Verteilung des Druckes auf die Sitzfläche und zur Druckentlastung der prominenten Stellen. Gelkissen wirken wie das natürliche Fettgewebe des Menschen stoßabsorbierend.

Aus mikroklimatischer Sicht haben Gelkissen eine hervorragende Temperaturbeständigkeit, die sowohl einen Wärmestau als auch ein Auskühlen des Patienten verhindert. Auf Grund ihrer geschlossenen Struktur kann die Feuchtigkeit jedoch kaum abtransportiert werden. Um einen Feuchtestau zu vermeiden, muss eine Luftzirkulation durch geeignete konstruktive Maßnahmen gewährleistet werden.

Gelkissen wird auch eine Reduktion von Reibungs- und Scherkräften nachgesagt. Auf Grund fehlender Scherkraftsensoren konnte dies messtechnisch bislang nicht bestätigt werden.

Moderne Gelkissen sind weitgehend wartungsfrei und auslaufsicher, sie können gewaschen und meist auch sterilisiert werden. Ein „Durchsitzen“ ist ebenfalls kaum möglich. Jedoch weisen Gelkissen üblicherweise ein sehr hohes Gewicht auf und sind dadurch für den Behinderten in der Handhabung problematisch. Die Viskosität des Gels ist oft temperaturabhängig, so dass die Eigenschaften des Kissens je nach Klima variieren können.

Wasserkissen bestehen aus einer Kunststoffhülle, die über einen Anschlussschlauch mit Wasser gefüllt wird. Sie werden heute nicht mehr eingesetzt, da sie einerseits keine Druckreduzierung bewirken und andererseits eine Reihe erheblicher Nachteile aufweisen. Gadomski wies 1978 nach, dass der gesamte Druck, der auf dem Wasserkissen lastet, auf die aufliegende Haut übertragen wird. Somit wird der Patient, auch wenn er noch Spontanbewegungen zeigt, immer dem gesamten Auflagedruck ausgesetzt. Auf Grund der hohen Wärmeleitfähigkeit des Wassers besteht außerdem die Gefahr des Auskühlens. Der sog. „Seegangeffekt“ führt darüber hinaus zu hohen Scherkräften im Sitzbereich.

Fellaufgaben bestehen aus echtem Fell oder aus waschmaschinenfestem Kunstfell. Früher wurde den Fellaufgaben eine günstige Druckverteilung nachgesagt, was durch Druckverteilungsmessung nicht bestätigt wurde. Heute wird davon ausgegangen, dass Fellaufgaben scherkraftreduzierend wirken. Diese Aussage konnte bis jetzt mangels geeigneter Messverfahren weder bestätigt noch widerlegt werden.

Gekammerte luftgefüllte Kissen bestehen aus mehreren luftgefüllten Noppen (Abb. 5). Die einzelnen Noppen sind miteinander über Luftkanäle verbunden, können aber einzeln verformt und bewegt werden. Die Noppen passen sich der Körperkontur des Patienten an und wirken auflagedruckverteilend. Die Luftbefüllung des Kissens wird dem Körpergewicht des Patienten angepasst, um eine optimale Einsinktiefe zu erreichen. Durch den Luftaustausch zwischen einzelnen Noppen passt sich die Luftbefüllung der Noppen der Körperbewegung an. In Verbindung mit der unabhängigen Beweglichkeit der Noppen soll das auch scherkraftreduzierend wirken. Durch die Noppenstruktur ist eine gute Luftzirkulation gewährleistet.



Abbildung 5: Luftgefülltes „Dry Floatation“-Sitzkissen (Quelle Fa. Roho Inc.)

In der Dekubitus-Prophylaxe bei liegenden Patienten finden Wechseldrucksysteme breite Anwendung. Auf Grund des Kompressorgewichts des und der Notwendigkeit einer zusätzlichen Energiequelle werden sie als Sitzkissen wesentlich seltener angeboten. Wechseldrucksysteme kombinieren in ihrer Konstruktion das Weichlagerungsprinzip mit dem Hohlagerungsprinzip. Sie haben wabenartige oder längs gewölbte Oberflächen und sind in mehrere Luftkammern (Zellen) eingeteilt. Durch das wechselweise Aufpumpen und Entlüften der Zellen werden die entsprechenden Körperregionen periodisch be- und entlastet, wodurch die Druckverweilzeit reduziert wird (Abb. 6).

Die Systeme bestehen aus dem eigentlichen Sitzkissen, dem Kompressor sowie den Luftschläuchen. Um das „Durchsitzen“ bei einer Unterbrechung der Stromversorgung zu vermeiden, weist das Kissen zusätzlich eine Schaumstoffschicht auf. Der Kompressor muss bei Rollstuhlfahrern mehrere Stunden netzunabhängig durch einen Akku betrieben werden können. Oft können Wechseldrucksitzkissen auch im statischen Betrieb wie ein statisches luftgefülltes Kissen betrieben werden. Auf Grund ihrer geringen Verbreitung wurde die therapeutische Wirksamkeit von Wechseldrucksitzkissen bisher kaum untersucht.

Mittlerweile sind viele so genannte Hybrid-Sitzkissen auf dem Markt, die mehrere der vorgestellten Konstruktionsprinzipien miteinander kombinieren. Das Ziel dabei ist,



Abbildung 6: Wechseldrucksitzkissen (Quelle Fa. SLK Vertriebs GmbH.)

die Nachteile eines Konstruktionsprinzips auszugleichen, ohne auf die Vorteile zu verzichten. So kann beispielsweise durch die Kombination einer Schaumstoff-Basis mit einer (am besten in einzelne Segmente für eine optimale Luftzirkulation unterteilten) Gel-Oberschicht eine stabile Sitzposition und eine gute Druckentlastung erreicht werden.

4. Prüfmethode für Rollstuhlsitzkissen

Es befindet sich eine Vielzahl verschiedener Sitzkissen auf dem Markt, die sich hinsichtlich ihrer Wirkprinzipien und verwendeter Werkstoffe stark von einander unterscheiden. Wie gut sie den gestellten Anforderungen genügen, wurde bislang jedoch nur unzureichend beurteilt.

Eine Möglichkeit, den Nutzen eines Antidekubitus-Sitzkissens zu beurteilen, bietet eine randomisierte kontrollierte klinische Studie. Als Bewertungsparameter dienen die Wundheilungsrate (für Therapie) bzw. die Dekubitus-Inzidenz (für Prophylaxe), jeweils erhoben in einer Experimental- und einer Kontrollgruppe. Besonders wichtig sind dabei die Einschluss- und Ausschlusskriterien für die teilnehmenden Patienten, da die sich aus der Studie ergebenden Aussagen nur für diese Gruppe gelten. Auf Grund der mit der Planung, Durchführung und Dokumentation einer klinischen Studie verbundenen Kosten und Aufwandes sowie der auf ein bestimmtes Patientenkollektiv beschränkten Aussagekraft wurden klinische Prüfungen von Antidekubitus-Sitzkissen bisher nur vereinzelt durchgeführt, sind jedoch für neue Funktionsprinzipien unabdingbar. Während für bestehende Produktkonzepte mit einer Laborprüfung eine kostengünstigere Möglichkeit für die Bewertung existiert, müssen neue Hilfsmittelkonzepte ihre Wirksamkeit zunächst immer im klinischen Umfeld unter Beweis stellen.

In Laborprüfungen werden die Dekubitusentstehung beeinflussenden Eigenschaften eines Hilfsmittels untersucht. Im Vordergrund steht dabei sicherlich die Druckverteilungsmessung, seltener werden mikroklimatische Untersuchungen durchgeführt. Die Scherkraftmessung spielt bislang mangels geeigneter Sensoren bei Laborprüfungen keine Rolle.

Für die Druckverteilungsmessung werden heute vorwiegend elektronische Druckverteilungsmesssysteme auf kapazitiver oder resistiver Basis eingesetzt. Für Messungen im Sitzen verwendet man quadratische Messmatten mit z. B. 16 x 16 oder 32 x 32 Sensoren. Die Druckmessung wird mit mattenspezifischer Hardware ausgewertet und an einen Rechner übertragen. Dort erhält man als Ergebnis eine grafische Darstellung, die nach Ort und Zeit aufgelöst wird (Abb. 7). Zusätzlich können weitere Informationen wie z. B. das Druckmaximum, der Druckmittelwert oder die Gesamtkraft dargestellt werden. Ein Beispiel für eine derartige Auswertung ist in Abb. 7 dargestellt.

Die Druckverteilungsmessung eignet sich besonders gut, um bei konkreten Patienten die sich ergebende Druckverteilung bei unterschiedlichen Hilfsmitteln darzustellen („Pressure Mapping“) und das Sitzkissen mit der günstigsten Druckverteilung auszuwählen. Auch zur Sensibilisierung der Rollstuhlfahrer für Fehler beim Sitzen im Rollstuhl ist das Pressure Mapping gut geeignet. Eine

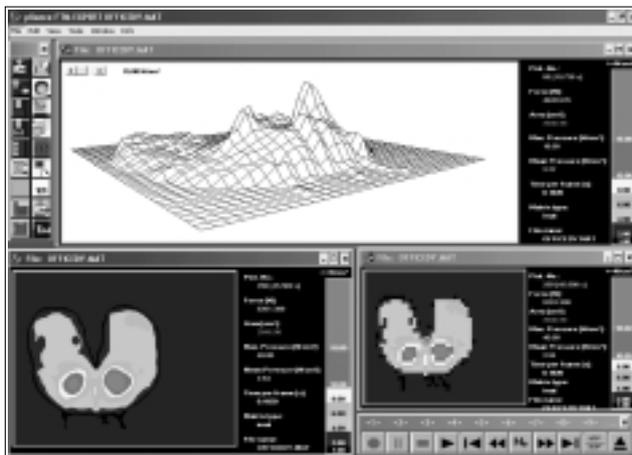


Abbildung 7. Grafische Auswertung einer Druckverteilungsmessung

retrospektive Studie von Dover et al. zeigte bei paraplegischen Patienten eine 50 %ige Reduktion der Dekubitusinzidenz im Falle einer routinemäßigen klinischen Druckverteilungsmessung [3]. Bei der Interpretation der numerischen Werte ist jedoch Vorsicht geboten. Die Druckverteilungsmessung ist bisher nicht standardisiert, so dass unterschiedliche Messsysteme und Belastungsverfahren zum Einsatz kommen. Erschwerend kommt hinzu, dass sich die verfügbaren Messsysteme hinsichtlich ihrer Messcharakteristik unterscheiden, so dass die Ergebnisse untereinander nur schwer zu vergleichen sind [5][11].

Bei der Mikroklimamessung werden die mikroklimatischen Parameter Temperatur und relative Feuchte mit einer kombinierten Messsonde erfasst. Sie besteht meist aus einem resistiven Widerstandsthermometer und einem kapazitiven Feuchtesensor. Während der Messung wird die Änderung von Temperatur und relativer Feuchte zwischen Sitzkissen und Proband über einen Zeitraum von 2 Stunden registriert und darf am Ende einen vorgegebenen Wert nicht übersteigen. Problematisch ist dabei neben den fehlenden klinisch validierten Grenzwerten die Abhängigkeit der Messergebnisse von der Transpirationsleistung des Probanden.

Obwohl der Einfluss der Scherkräfte auf die Dekubitus-Entstehung bereits seit den Tierexperimenten von Dinsdale im Jahr 1974 als belegt gilt, existieren bislang keine kommerziell verfügbaren Sensoren zur Scherkräftmessung. In der Literatur wurden einige Sensorprototypen präsentiert, die jedoch in der Praxis nicht erprobt wurden [1].

Laborprüfungen für Antidekubitus-Systeme wurden durchgeführt, seit es diese Hilfsmittel gibt. Allerdings haben die Bemühungen zur Standardisierung bisher noch nicht zu einem international anerkannten Standard geführt. Am weitesten fortgeschritten sind die Standardisierungsaktivitäten bei Rollstuhlsitzkissen im Rahmen der Neuerstellung der ISO 16840 [6]. Im Bereich von Matratzen ist der Abschluss entsprechender Aktivitäten für die nächsten 5 Jahre nicht zu erwarten. Dementsprechend wurden am Fachgebiet Medizintechnik der TU Berlin Prüf- und Bewertungsverfahren entwickelt, die die Eigenschaften der Druckentlastung, die scherspannungsbeeinflussenden Eigenschaften und das Mikroklima bewerten. Ein Versuchsaufbau zur Bewertung der Druckentlastung

ist in Abbildung 8 zu sehen. In Ermangelung international gültiger Prüfverfahren sollen diese Prüfmetho- den die Bewertung von Antidekubitus-Systemen im Rahmen der Zulassung zum Hilfsmittelsverzeichnis ermöglichen.

5. Zuordnung von Rollstuhlsitzkissen

Will man die Versorgung mit Antidekubitus-Systemen verbessern, muss man aus der Betrachtung der aktuellen Situation heraus die folgenden Fragestellungen beantworten:

- Beschreibung des Patienten,
 - Beschreibung der Hilfsmiteleigenschaften mittels standardisierter Prüfverfahren,
 - Entwicklung einer einfachen Zuordnungsvorschrift.
- Die größte Lücke beim Design eines vollständigen Auswahlverfahrens gibt es bisher im Bereich der Zuordnungsvorschriften zwischen einem gut beschriebenen Patienten und einem eindeutig und vergleichbar charakterisierten Hilfsmittel. Eine derartige Vorschrift muss folgende Anforderungen erfüllen:
- Unkomplizierte Durchführung des Verfahrens für alle betroffenen Anwendergruppen (Ärzte, Pflegekräfte, Leistungserbringer und Kostenträger)
 - Integrierbar in einen Erhebungsbogen
 - Verfahren ist leicht erlernbar
 - Eindeutige und nachvollziehbare Ergebnisse
 - Verifizierbarkeit der Zuordnungsvorschrift durch klinische Ergebnisse
 - Berücksichtigung der Dekubitus-Risikofaktoren und der Produktbewertung anhand standardisierter Prüfungen
 - Einfache Erweiterbarkeit für zukünftige Produktarten
- Überprüft man die Möglichkeiten, eine Zuordnungsvorschrift zu erstellen, so kommen verschiedene Werkzeuge in Frage. Formal gibt es die folgenden Darstellungsarten für entsprechende Werkzeuge [2]:
- Verbale Auswahlregeln
 - Entscheidungsbaum, Flussdiagramm
 - Entscheidungsmatrix
 - Entscheidungs-Score

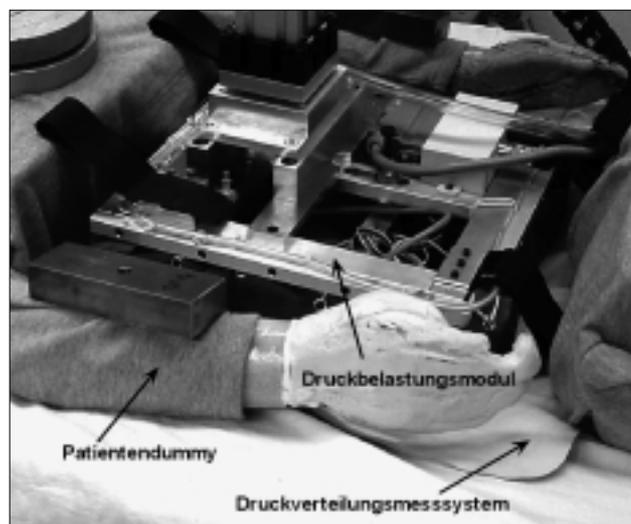


Abbildung 8. Prüfung der druckentlastenden Eigenschaften

Tabelle 1. Entscheidungs-Score zur Auswahl eines Rollstuhlsitzkissens

Hilfsmittel	Parameter					Score	Rang
	Druckentlastung	Scherspannungsreduktion	Feuchtigkeitsreduktion	Stabilität	Skolioseausgleich		
Faktor aus der Profilerhebung	2	1	3	2	3	=	
Produkt 1	2	2	1	1	1	=	14 5
Produkt 2	3	2	1	1	1	=	16 4
Produkt 3	4	3	3	3	1	=	29 3
Produkt 4	3	2	4	3	3	=	35 1
Produkt 5	1	3	3	4	4	=	34 2

Der große Vorteil von verbalen Auswahlregeln ist ihre einfache Verständlichkeit. Für eine übersichtliche und pauschal zu bewertende Anzahl von Produktgruppen ermöglichen sie eine schnelle und unkomplizierte Zuordnung zwischen Patient und Hilfsmittel. Will man sie für eine große Anzahl von Produkten oder gar bis hin zur Bewertung von Einzelprodukten verwenden, so sind diese Auswahlregeln praktisch nicht anwendbar. Entscheidungsbäume oder Flussdiagramme eignen sich für Sachverhalte, wo in einem Entscheidungsprozess eine vorhersehbare und überschaubare Anzahl an Möglichkeiten vorhanden ist, was aber bei den betreffenden Hilfsmitteln nicht der Fall ist. Mit einer Entscheidungsmatrix kann man auf der Ebene von Einzelprodukten eine beliebige Anzahl von Parametern bewerten und diese Bewertung übersichtlich darstellen. Zusätzlich zu einer übersichtlichen Darstellung bietet der Entscheidungs-Score eine zusammenfassende Bewertung für einen aus der Profilerhebung abgeleiteten Gewichtungsfaktor. Die formale Struktur dieser Entscheidungshilfe ist in Abbildung 9 zu sehen.

In dem vorliegenden Beispiel sind in der obersten Zeile Bewertungsparameter für Rollstuhlsitzkissen aufgeführt. In der nächsten Zeile werden die aus dem Profilerhebungsbogen abgeleiteten Gewichtungsfaktoren eingetragen. Hierbei bedeuten höhere Zahlen eine größere individuelle Gewichtung. Im unteren Teil der Tabelle werden die aus den standardisierten Prüfverfahren abgeleiteten Produkteigenschaften mit den entsprechenden Ausprägungen aufgeführt. Eine höhere Zahl bedeutet einen besseren Erfüllungsgrad des betreffenden Parameters. Der Score wird als Summe der Einzelprodukte aus individueller Gewichtung und Erfüllungsgrad berechnet und lässt die Ableitung einer eindeutigen Rangordnung der Produkte zu.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Die Auswahl eines geeigneten Rollstuhlsitzkissens beeinflusst die Qualität der Schnittstelle zwischen Patient und Rollstuhl in ganz erheblichem Maße. Zurzeit ist die Aus-

wahl eines geeigneten Rollstuhlsitzkissens ganz wesentlich von der Fähigkeit des Leistungserbringers abhängig, die Anforderungen des Betroffenen und die Eigenschaften des Rollstuhlsitzkissens zu bewerten und auf dieser Basis das beste Produkt auszuwählen. Ob es dabei häufig zu Über-, Unter- oder Fehlversorgungen kommt ist schwer zu sagen. Experten gehen allerdings davon aus, dass ca. 50 % aller auftretenden Dekubitalgeschwüre durch alternative Maßnahmen zu vermeiden wären [13]. Durch das vorgestellte Zuordnungsverfahren wurden die Grundlagen für eine objektive Bewertung und eine nachvollziehbare Zuordnung von Rollstuhlsitzkissen ausgehend von den Bedürfnissen des Patienten skizziert. Ob diese Vorgehensweise zu einer Reduktion der Dekubitus-Inzidenz führt, kann sich nur durch eine begrenzte Einführung in Praxis zeigen. In jedem Fall wird die Versorgung durch diese Methodik nachvollziehbarer als es derzeit der Fall ist, was für Leistungserbringer, Hersteller und Kostenträger trotz des höheren Aufwandes bei der Bewertung der Auswahlmöglichkeiten sicherlich Vorteile mit sich bringt.

Literatur

- [1] Beebe, D.: Accuracy of Pressure and Shear Management. In: Webster, J.G. (Ed.): Prevention of Pressure Sores: Engineering and Clinical Aspects. Hilger, Bristol 1991.
- [2] Diesing, P., D. Hochmann, U. Boenick, M. Kraft: Strukturierte Konzepte für Entscheidungshilfen zur Auswahl von Hilfsmitteln gegen Dekubitus. Orthopädietechnik 56 (2005), 339-345
- [3] Dover, H.; W. Pickard, I. Swain, D. Grundy: The effectiveness of a pressure clinic in preventing pressure sores. Paraplegia 1992, 30: 267-272.
- [4] Franke, J.; N. Stockmann: Leitlinie Adaptiv-Rollstuhlversorgung, Hrsg. Bundesinnungsverband für Orthopädietechnik, Dortmund 2004
- [5] Hochmann D., P. Diesing, U. Boenick: Evaluation of measurement systems for determining therapeutic effectiveness of anti-decubitus ulcer devices. Biomedizinische Technik 47 Suppl. 1 Pt 2 (2002), 816-9.
- [6] ISO 16840 (CD) Wheelchair seating – Part2: Test methods for devices intended to manage tissue integrity, 2001
- [7] Kosiak, M. Etiology and pathology of ischemic ulcers. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 1959, 40: 62-69.
- [8] Landis, E. Microinjections studies of capillary blood pressure in human skin. Heart 1930, 15: 209 – 228.
- [9] Marwick, C.: Recommendations for Pressure Sores. JAMA 1992, 268(6): 700-1.
- [10] N. N.: Wheelchair seating. A State of the Science Conference on Seating Issues for Persons with Disabilities. Final Report. Orlando, Florida Feb. 19-20, 2001.
- [11] Nicholson, G., M. Ferguson-Pell, P. Lennon, D. Bain, Comparative Evaluation of Pressure Mapping Systems. Bench Testing Results, RESNA Annual Conference, Reno, Nevada USA, 2001.
- [12] Niitsuma, J., H. Yano, T. Togawa: Experimental study of decubitus ulcer formation in the rabbit ear lobe. Journal of Rehabilitation Research and Development 2003, 40: 67-72.
- [13] Pelka, R.: Expertise zur Kostensituation bei chronischen Wunden (Dekubitus und Ulcus cruris). Expertise im Auftrage der Initiative Chronische Wunden. München, 1997.

Korrespondenzanschrift:
Dipl.-Ing. Peter Diesing
Technische Universität Berlin
Fachgebiet Medizintechnik
Dovestr. 6
10587 Berlin
Tel: +49 (30) 314 25 112
E-Mail: Peter.Diesing@TU-Berlin.de