

## Literatur zur Biomechanik der menschlichen Hüfte – Kommentare einer Betroffenen

### K1: „Die Hüfte“ – herausgegeben von Christian Tschauner

Zeitlich nach Pauwels (1973) haben sich einige Autoren mit der Biomechanik der menschlichen Hüfte beschäftigt. Um es vorweg zu nehmen: Mit dem, was in der entsprechenden Literatur zu finden ist, kann ich Körpererfahrungen und die darauf fußenden theoretischen Überlegungen nicht zusammen bringen. Um das allen Interessenten zugänglich zu machen, habe ich meine Auseinandersetzungen mit der Literatur zur Biomechanik schriftlich festgehalten. Ich beginne mit einigen Absätzen aus dem

### Kapitel 3

#### Angewandte Biomechanik – Dreidimensionale Kräfteanalyse und interaktive Operationsplanung

von den Autoren H. Steffan, W. Breitenhuber, F. Sodja, R. Reimann, A. Moser in:

**Die Hüfte** von Christian Tschauner unter Mitarbeit von weiteren 37 Autoren herausgegeben, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart 1997

#### Kommentar zum Titel:

Man kann dem Wesen einer Sache nur auf den Grund gehen, wenn man mit der Grundlagenforschung beginnt. Das würde hier heißen, dass man die mechanischen Zusammenhänge bei einem gesunden Menschen mit einem normalen Gangbild untersucht. Er soll hier als Standardfall bezeichnet werden. Erst dann sollte man sich mit den Abweichungen, den Krankheiten und der Hüftendoprothesenforschung beschäftigen. Es muss bezweifelt werden, ob man mit dem hier dokumentierten Forschungsansatz zum Wesen der Sache vordringen kann.

Nun zu den Darstellungen der Autoren und meine Kommentare im einzelnen:

#### Zitat:

„Die wichtigste Aufgabe des Hüftgelenks besteht darin, die Kräfte zwischen den Beinen und dem übrigen Körper zu übertragen und gleichzeitig die notwendige Bewegungsfreiheit zu garantieren.“

#### Kommentar:

Es wird nicht dargestellt, welcher Bereich unter Hüftgelenk verstanden wird. Das wird der Auslegung des Lesers überlassen. Zu einem Gelenk gehören doch grundsätzlich mindestens zwei feste Körper, die durch andere Körper so miteinander verbunden sind, dass jeweils einer der festen Körper durch Kraft in eine oder mehrere Richtungen bewegt werden kann. Das heißt, beim Hüftgelenk muss man grundsätzlich die Knochen, Bänder, Muskeln mit ihren Sehnen als Einheit betrachten. Es wird nicht dargestellt, aus welchen Materialien mit welcher Struktur „das Hüftgelenk“ besteht und damit nicht, welchen Kräften aus welcher Richtung an welchen Stellen es im Standardfall widerstehen kann.

So wird auch nicht klar, wo und wodurch die Kräfte zwischen den Beinen und dem übrigen Körper im Standardfall übertragen werden. Es wird auch nicht dargestellt, wodurch die notwendige Bewegungsfreiheit „garantiert“ wird. Ganz abgesehen davon, dass es in der Natur keine Garantien gibt, sondern Gesetzmäßigkeiten.

Könnte es nicht im Standardfall zum Beispiel so sein:

Sowohl beim Stehen als auch in der Bewegung wirken nur sehr geringe Kräfte unmittelbar auf den Bereich zwischen Hüftkopf und Gelenkpfanne. Diese werden durch den Knorpel abgefedert. Die wesentlichen Kräfte werden über Bänder und Muskeln mit deren Sehnen direkt auf definierte Stellen in den Knochen abgeleitet, wodurch die wesentlichen Kraftflüsse am Gelenk vorbeigehen. Würde man diese Hypothese genauer untersuchen, dann hätte man wahrscheinlich auch die Erklärung für folgende Abweichungen vom Standardfall:

- nicht jede dysplastische Hüfte führt zu Beschwerden
- relativ gutes Gehvermögen, obwohl die Hüftpfanne fehlt, zum Beispiel wenn der Körper das Material der Endoprothese nicht verträgt
- keine Hüftprobleme im Verlauf des gesamten Lebens.

Außerdem würde man dann als erstes und wichtigstes darauf orientieren, die das Hüftgelenk umgebenden Muskeln so zu trainieren, dass sie die erforderliche Kraft (wieder) erlangen.

#### **Zitat:**

„Die Biomechanik bildet dabei das Bindeglied zwischen biologischer und mechanischer Betrachtung des Gelenks. Eine der wichtigsten Aufgaben der Biomechanik besteht darin, die betrachteten biologischen Teilsysteme zu abstrahieren und in ein technisches Ersatzsystem abzubilden.“

#### **Kommentar:**

Hat die Biomechanik nicht vielmehr die Aufgabe, mechanische Gesetzmäßigkeiten in Lebewesen zu erkennen, darzustellen, zu berechnen sowie daraus Schlussfolgerungen sowohl für das Lebewesen als auch für technische Anwendungen zu ziehen? So verstehe ich zumindest Mattheck. Nicht erklärt wird, was hier unter biologischen Teilsystemen verstanden wird.

#### **Zitat:**

„Das Hüftgelenk wird hierbei meist als Kugelgelenk idealisiert, das durch insgesamt 27 Muskeln bewegt und im Gleichgewicht gehalten wird.“

#### **Kommentar:**

Ein Gelenk selbst wird nicht bewegt, auch das Hüftgelenk nicht. Bewegt werden durch geeignete Materialien oder Konstruktionen bewegbar miteinander verbundene feste Körper. Was nützt es anzugeben, wie viele Muskeln die durch das Gelenk bewegbar miteinander verbundenen Halterungen im Gleichgewicht halten? Wäre es nicht viel wichtiger, anzugeben, welche Muskeln an welcher Bewegung in welcher Weise mitwirken? Bewegung ist immer konkret und wird jeweils durch eine Auswahl von Muskeln erzeugt. Die Anzahl von 27 Muskeln ist so hoch, dass man als erstes einschränken muss. Eine solche Möglichkeit besteht darin, aus komplexen Bewegungsabläufen wenige wichtige Momentaufnahmen heraus zu greifen, die man jeweils gesondert untersucht. Erst in einem weiteren Schritt sollte man komplexe Bewegungsabläufe untersuchen. Von einem großen Logiker des 20. Jahrhunderts stammt der Ausspruch:

„Wer zu wenig Gründe hat, geht in die Irre, wer zu viele Gründe hat, muss in die Irre gehen.“

#### **Zitat:**

„Die Geometrie des Gelenks in Verbindung mit den Muskeln samt Ursprüngen und Ansätzen beeinflussen hierbei wesentlich die Beweglichkeit, Funktionalität, aber auch die Beanspruchung des Gelenks.“

#### **Kommentar:**

Gemeint ist vermutlich die Beanspruchbarkeit des Gelenks.

### Zitat:

„Vor allem in der Hüftendoprothesenforschung und –entwicklung spielt die Richtung und die Größe der resultierenden Gelenkskraft eine bedeutende Rolle. Diese resultierende Gelenkskraft ändert je nach Standposition und Belastungssituation sowohl ihre Richtung als auch ihre Größe. Die Ermittlung der Kräfte sowie die Untersuchung möglicher Gleichgewichtszustände bilden eine wesentliche Aufgabe für die Biomechanik.“

### Kommentar:

Anknüpfend an die Vorbemerkung hier noch mal zur Erinnerung: Ausgangspunkt muss der Standardfall sein. Hat man diesen richtig untersucht, ist die Wahrscheinlichkeit, richtige Schlussfolgerungen für verschiedene Anwendungsgebiete abzuleiten, wesentlich größer als bei umgekehrter Reihenfolge. Bei dem hier verfolgten Ansatz wird der Endoprothese ein sehr großer Stellenwert eingeräumt. Wenn man die Wirkungsweise einzelner Muskelgruppen dabei nicht berücksichtigt, können die Endoprothesen oftmals nur helfen, den Leidensdruck zu vermindern. Das Gangbild von vielen Patienten nach Einsatz von TEP's zeigt, dass die Ursachen – falsche Bewegungsmuster und damit falscher Muskeleinsatz – nicht behoben wurden sondern sich das Gangbild dadurch nur um den Schmerzfaktor verbessert hat.

Das bedeutet für die Endoprothesenforschung, dass wesentliche Wirkungsfaktoren nicht berücksichtigt werden. Werden nicht die richtigen Muskeln beim Gehen oder beim ausgleichenden Üben ohne Belastung betätigt, dann wird der Stoffwechsel an den Ursprungs- und Ansatzflächen der Muskeln in den Knochen nicht ausreichend stimuliert. Das heißt, die Festigkeit der Knochen, die vermutlich bereits vor der Operation nicht ausreichte, nimmt weiterhin ab. Darin liegt wahrscheinlich eine der wesentlichen Ursachen für nach kurzer Zeit bereits eintretende Lockerungen von Endoprothesen. Es beginnt ein langer Leidensweg mit vielen neuen Operationen – ich kenne persönlich einige derartige Fälle. Siehe dazu auch auf meiner Website [www.hueft-ruecken-knie-gang-schule.de](http://www.hueft-ruecken-knie-gang-schule.de) .

Darüber hinaus müsste die Tatsache, dass man bei ca. einem Viertel der Hüftarthrosen die Ursachen nicht kennt, ebenfalls Anlass sein, die biomechanischen Zusammenhänge beim Standardfall gründlich zu untersuchen.

### Zitat:

„Eine der grundlegenden Untersuchungen der Kraftverhältnisse im Hüftgelenk stammt von Pauwels (1973), wobei dieser das Hüftgelenk durch ein zweidimensionales statisches Modell ersetzte und damit die Kraftverhältnisse zu bestimmen versuchte. Er wählte als Referenzstellung den Einbeinstand, von dem er annahm, dass er die Belastung beim langsamen Gehen am besten repräsentiert. Als Ergebnis der zweidimensionalen Betrachtung fand er, dass die resultierende Gelenkskraft  $R$  in der Frontalebene um ca.  $16^\circ$  von medial-proximal nach lateral-distal „geneigt“ verläuft.“

### Kommentar:

Das zweidimensionale statische Modell von Pauwels hat zusammen mit der von ihm definierten Referenzstellung, dem Einbeinstand, den Vorteil, dass damit versucht wird, mechanische Zusammenhänge in einer wesentlichen Phase des Bewegungsablaufes zu erkennen. Wie die Autoren hier darauf kommen, dass es sich dabei nur um das langsame Gehen handeln könnte, wird nicht begründet. Bei jedem Schritt, ob beim Gehen oder beim Laufen, gibt es grundsätzlich jeweils eine Standphase. Pauwels nun versucht darzustellen, welche Kräfte genau zu diesem Zeitpunkt wirken, wo der Obere Totpunkt in der Standphase erreicht ist.

Folgende Fragen ergeben sich zur Darstellung von Pauwels:

- Das klassische Pauwelssche Hebelmodell ist in seiner Ableitung nicht schlüssig.
- Der Obere Totpunkt wurde nicht thematisiert.

- Pauwels bezieht nur eine Muskelgruppe, die kleinen Gluteen, in seine Betrachtungen ein, die pelvitrochantere Muskulatur (auch ventrale Hüftmuskeln oder tief liegende Muskeln genannt), die wesentlich näher an der Wirbelsäule liegt, kommt darin nicht vor.
- Dass Muskeln nur durch Zug wirken können, ist eine Behauptung, die nicht bewiesen wurde, die auch nicht stimmt: Es gibt Muskeln, die durch Druck wirken, zum Beispiel hier. Männer müssten das eigentlich spüren.
- Es wurde nicht thematisiert, dass die Gelenkfunktion durch Spannung der umliegenden Muskeln außer Kraft gesetzt sein könnte.
- Auch Pauwels hatte vor allem die Krankheiten im Fokus, Personen mit berufsmäßig gutem Körpergefühl wurden nicht befragt.

Bei jedem Schritt muss in der Standphase der Obere Totpunkt überwunden werden. Wenn die Muskeln nicht die dafür erforderliche Kraft haben, dann endet die Standphase vor dem Überwinden des Oberen Totpunktes. Deshalb muss genau dieser Moment des Bewegungsablaufes in Bezug auf die Mitwirkung verschiedenster Muskelgruppen und in Bezug auf die Krafftflüsse untersucht werden.

Es ist schade, dass Pauwels nicht die gesamte Standphase vom Aufsetzen des Standbeines auf den Boden bis zum Abheben vom Boden untersucht hatte. Das ist umso bedauerlicher, als gerade die systematische Beschäftigung mit dieser Phase des Bewegungsablaufes den Schlüssel für viele andere Fragen geben würde.

#### Zitat:

„Bei dieser Betrachtung ergeben sich mehrere Probleme, nämlich, dass die Gelenkskraft einerseits nur zweidimensional und statisch ermittelt wurde und andererseits nicht bekannt ist, inwieweit der betrachtete Belastungszustand als belastungsrelevant betrachtet werden kann. Abhandlungen neuerer Zeit, beispielsweise von Bombelli (1993) oder Tschauner (1995) gehen davon aus, dass andere Bewegungszustände eher als biomechanisch relevant anzusehen sind: Beim gesunden Hüftgelenk bedeckt die subchondrale Verdichtungszone („sourcil“ nach Pauwels) des Pfannendaches den Hüftkopf annähernd horizontal. Da anzunehmen ist, dass sich die Feinarchitektur des knöchernen Pfannendaches nach den im zeitlichen Verlauf überwiegenden Krafrichtungen entwickelt und ausrichtet, schlussfolgern sie, dass die im Mittelwert relevante Krafrichtung vorwiegend vertikal nach cranial gerichtet sein müsste.“

#### Kommentar:

Diese Schlussfolgerung steht losgelöst im Raum und wird nicht näher untersucht. Schade! Hatten Bombelli und Tschauner doch damit zu einem Schritt angesetzt, den sie leider nicht gemacht haben. In Verbindung mit der Untersuchung des von Pauwels als Referenzstellung definierten Einbeinstandes wären sie der tatsächlichen mechanischen Wirkungsweise vermutlich sehr nahe gekommen. Für mich ist es nicht nachvollziehbar, dass man bei einem derartig wichtigen Thema – die bereits Mitte der 90er Jahre hohe Anzahl von jährlichen Endoprothesen–Operationen für Hüften ordnet dieses Thema in diese Kategorie ein – diese Überlegungen nicht bis zum Ende führt. Zumal Erkenntnisse über die biomechanischen Zusammenhänge in der Hüfte vermutlich auch zu Erkenntnissen derartiger Zusammenhänge in den Knien führen würden.

#### Zitat:

„Das Problem der resultierenden Gelenkskraft ist ein dreidimensional–dynamisches und kann aus der Reduktion auf die zweidimensionale Betrachtungsweise eines Beckenübersichtsröntgens allein nicht vollständig gelöst werden. Es soll daher versucht werden, im folgenden eine dreidimensionale Betrachtungsweise zu entwickeln und anzuwenden.“

**Kommentar:**

Es wird nicht begründet, warum das Problem der resultierenden Gelenkskraft ein dreidimensional-dynamisches sei und damit auch nicht, warum eine dreidimensionale Betrachtungsweise zu entwickeln und anzuwenden ist. Den größten Anteil an den menschlichen Bewegungen haben zweidimensionale Bewegungen – Gehen, Laufen, Hinsetzen, das Hinauf- und Hinuntersteigen auf Treppen, das Fahrradfahren. Dann kämen Sexualbewegungen und das Tanzen. Für die Erkenntnis mechanischer Zusammenhänge müssten diese Bewegungen also die ersten sein, die man untersucht. Weitere Bewegungsabläufe beziehungsweise Momentaufnahmen daraus sollten erst danach untersucht werden. Fragen des Materials, der Festigkeit und Struktur von Endoprothesen sowie Operationsplanungen sollten erst darauf aufbauend untersucht werden.

© by Henriette van der Wall, 05. Juni 2009, Alle Rechte vorbehalten

Wenn Sie mit mir zu diesen oder ähnlichen Problemen Kontakt aufnehmen möchten, dann können Sie mir unter [h-vdw@gmx.net](mailto:h-vdw@gmx.net) eine eMail schicken.