

Leah Carolin Rappold

Dr. med.

Geschlechtsspezifische Unterschiede des Kniegelenkes

Promotionsfach: Orthopädie

Doktorvater: PD Dr. med. R. Siebold

Eine etwaige geschlechtsspezifische Anatomie des Kniegelenkes war aus zwei Gründen in den Fokus der Forschung gelangt: Zum einen sollte ein geschlechtsspezifisches Endoprothesendesign vor allem Frauen zu einem besseren postoperativen Ergebnis verhelfen. Zum anderen galt es Risikofaktoren für VKB-Verletzungen zu identifizieren, welche bei Frauen vermehrt vorkommen. In Studien konnten immer wieder Verbindungen zwischen der Kniegelenkanatomie und dem Geschlecht aufgezeigt werden, zum Teil jedoch ohne Berücksichtigung geschlechtsspezifischer anthropometrischer Faktoren. Auch scheint eine ausgeprägte Varianz der Anatomie innerhalb der Geschlechter zu existieren. Es gibt Hinweise darauf, dass diese Varianz unter anderem auf die Körpergröße, die genetische Grundausstattung und den Habitus eines Menschen zurückzuführen ist.

Die vorliegende Untersuchung sollte daher einen Beitrag zur Klärung folgender Fragestellungen leisten:

1. Existiert ein Unterschied in der Kniegelenkanatomie zwischen den Geschlechtern und welche anatomischen Merkmale sind davon betroffen?
2. Bleibt ein etwaiger anatomischer Unterschied zwischen den Geschlechtern auch unter Berücksichtigung möglicher geschlechtsbedingter Konfounder, wie z.B. der Körpergröße, signifikant verschieden?

Zudem sollte im Verlauf der Studie darauf geachtet werden, ob sich Hinweise auf weitere Faktoren ergeben, welche neben dem Geschlecht die Kniegelenkanatomie prägen.

Dafür wurde in dieser Studie einmalig jeweils das rechte oder das linke Kniegelenk von 322 Patienten (Männer n= 184; Frauen n= 138) aus diagnostischen Gründen durch MRT-Bildgebung dargestellt. Es folgte eine Vermessung anhand T1-gewichteter Bilder in transversaler Schnittführung. Vermessen wurden elf Merkmale am distalen Femur (ML, LH, MH, PCW, TW, TD1, TD2, SA1, SA2, NW, NH) und vier Merkmale an der proximalen Tibia (MLt, MAPt, LAPt, MiddleAPt). Die Ergebnisse der Vermessung wurden tabellarisch dargestellt und neben dem Geschlecht um die Körpergröße, das Gewicht, das Alter sowie die Pathologie bzw. Therapieempfehlung des jeweiligen Patienten ergänzt. Anschließend erfolgte eine statistische Auswertung in drei Schritten:

- Deskriptiv: Fallzahlen, arithmetische Mittelwerte, Mediane, Standardabweichungen sowie Variationsbreite.
- Bivariat (unverbundene t-Tests): Das gesamte Kollektiv wurde zunächst nach der Therapieempfehlung stratifiziert (mit (a) vs. ohne Prothese (b)). Anschließend wurden die Teilgruppen a und b sowie das gesamte Kollektiv nach dem primär interessierenden Geschlecht unterteilt.
- Regressionsanalyse: Die multivariate Analyse erfolgte unter Berücksichtigung (Adjustierung, d.h. modellierte Konstanthaltung) solcher Konfounder, die zuvor im

vorliegenden Studienkollektiv einen signifikanten Einfluss gezeigt hatten (Größe, Gewicht, Kniegelenkpathologie). Dadurch wurde der direkte Vergleich rein geschlechtsspezifischer Werte anhand der Regressionskoeffizienten möglich.

Die Auswertung ergab folgende Ergebnisse:

Das Kollektiv erwies sich als annähernd normalverteilt und varianzhomogen. Im Hinblick auf anthropometrische Faktoren unterschied es sich nicht wesentlich von Repräsentativdaten für in Deutschland lebende Personen im Alter zwischen 50-55 Jahren (M= 52,5).

Ohne Berücksichtigung möglicher geschlechtsbedingter Konfounder (Körpergröße, Gewicht), unterscheidet sich die Kniegelenkanatomie zwischen den Geschlechtern. Im Hinblick auf die vom Knochen aus vermessenen Merkmale (13 Stück), erreichen Männer mit einer Ausnahme (SA2) signifikant höhere Werte ($p < .001$; n.s.: SA2):

Femur [mm]: ML: +9,9; LH: +7,21; MH: +8,11; PCW: +10,76; TW: +5,8; TD2: +0,9; NW: +2,61; NH: +4,6

Tibia [mm]: MLt: +9,37; MAPt: +7,46; LAPt: +7,08; MiddleAPt: +5,77

Der Wert des knöchernen Sulcus-Winkels (SA2) ist bei Männern im Mittel um $-0,16^\circ$ kleiner (n.s.). Ebenfalls in keiner signifikanten Verbindung zum Geschlecht stehen die vom Knorpel aus vermessenen femoralen Merkmale TD1 und SA1. Da bei dem untersuchten Kollektiv jedoch nur unzureichend zwischen einer physiologischen und einer pathologischen Schwankung der Knorpeldicke unterschieden werden kann, ist eine geschlechtsspezifische Interpretation der Merkmale TD1 und SA1 nur eingeschränkt aussagekräftig.

Unter Konstanthaltung der Körpergröße, des Gewichtes und der Therapieempfehlung bzw. Pathologie reduzieren sich die identifizierten geschlechtsspezifischen Unterschiede der Kniegelenkanatomie deutlich. Dennoch bleiben auch diese Differenzen bei Männern signifikant größer, wobei das Signifikanzniveau teilweise auf $p < .01$ (LAPt) bzw. $p < .05$ (TD2, MiddleAPt) abfällt:

Femur [mm]: ML: +5,63; LH: +3,2; MH: +3,07; PCW: +6,72; TW: +3,26; TD2: +0,56; NW: +1,85; NH: +2,72

Tibia: [mm]: MLt: +4,66; MAPt: +3,99; LAPt: +3,05; MiddleAPt: +2,34

Keine Signifikanzen ergeben sich erneut bei den Merkmalen TD1, SA1 und SA2. Im Modell erreichen Männer durchgehend höhere Werte (auch SA2).

Durch die Reduktion der Werte infolge der Konfounderadjustierung wird deutlich, dass die Kniegelenkanatomie neben dem Geschlecht durch weitere erklärende Variablen (Körpergröße, Gewicht, Pathologie bzw. Therapieempfehlung) geprägt wird.

Vergleichend scheint das Geschlecht dabei im stärksten Bezug zur Kniegelenkanatomie zu stehen, da es von den vier berücksichtigten Variablen mit der größten Anzahl der insgesamt 15 vermessenen Merkmale in signifikanter Verbindung steht und am häufigsten das Niveau von $p < .001$ erreicht. Das Gewicht spielt vermutlich eine zu vernachlässigende Rolle, da hier Zusammenhänge zu jeweils nur zwei der Merkmale des Femurs (MH, SA1) und der Tibia (MLt, MAPt) darstellbar sind. Zudem wird vermutet, dass eine fortgeschrittene Pathologie und ihre Folgen eine geschlechtsunabhängige und nicht absehbare Variabilität bedingen können. Unter der Annahme das die vier Variablen Geschlecht, Größe, Gewicht und Pathologie bzw. Therapieempfehlung bekannt sind, werden die Vermessungsmerkmale ML, LH, MH, PCW, TW, MLt, MAPt, LAPt und MiddleAPt mit 54,1 % (TW) bis zu 76,3% (MLt) erklärter Varianz überzufällig vorhersagbar.

Somit sprechen die Ergebnisse dieser Studie dafür, dass Männer ein größeres Kniegelenk haben. Ihre klinische Relevanz gilt es zu diskutieren. Auch ist die klinische Übertragbarkeit des hier verwendeten Modells aufgrund von Resten an nicht aufgeklärten Varianzen zu prüfen.

Des Weiteren ergaben sich Hinweise, dass unabhängig der untersuchten geschlechtsspezifischen Anatomie ein Gonarthrosrisiko eventuell nicht nur mit dem BMI an sich, sondern auch mit einer Gewichtszunahme von einem Normal- auf ein Übergewicht im Verlauf des Lebens assoziiert sein könnte. Beobachtet wurde dies primär bei Frauen und könnte eine Erklärung sein, weshalb Frauen häufiger an Gonarthrose erkranken. Zukünftig sollte diese Vermutung in einer Verlaufsstudie kritisch beobachtet werden.