

# Physikalische Eigenschaften von Fettgewebe – Vergleichende Untersuchungen an Erwachsenen und Kindern als Grundlage für die Entwicklung virtueller Menschmodelle

Lochner S<sup>1</sup>, Moghaddam N<sup>1</sup>, Graw A<sup>1</sup>, Graw M<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut für Rechtsmedizin der Universität München

## Einleitung

Die Eigenschaften der Gewebe – Muskulatur, Fettgewebe, Haut - des menschlichen Körpers sind bei Erwachsenen weitgehend erforscht und bilden unter anderem die Grundlage zur Generierung von geeigneten Menschmodellen, die beispielsweise im Rahmen von Unfallrekonstruktionen zum Einsatz kommen. Jedoch lassen sich in der Literatur nur wenige biomechanisch relevante Daten von Kindern finden.

## Methoden

An 150 Muskelgewebsproben (*M. psoas*) wurden vergleichende Studien an Erwachsenen und Kindern (Lochner et al., 2009) auf ihre physikalischen Eigenschaften (Dichte, Wassergehalt) hin durchgeführt.

Folgend wurden in einem weiteren Schritt experimentelle Studien am Fettgewebe vorgenommen. Untersucht wurde subkutanes Fettgewebe von 101 Personen im Alter vom Neugeborenen bis hin zum Greis. Zur Bestimmung der Dichte bediente man sich der Wasserverdrängungsmethode nach dem archimedischen Prinzip (Abb. 1). Der Wassergehalt wurde nach dem Prinzip der Trocknungsmethode bestimmt, hierbei erfolgt die Trocknung der Gewebe bis zur Gewichtskonstanz.

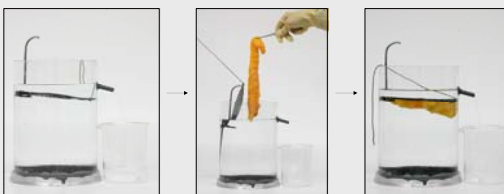


Abb. 1: Dichtebestimmung mittels Überlaufgefäß

## Ergebnisse – Wassergehalt vom Fettgewebe

Der Wassergehalt vom subkutanen Fettgewebe (Abb. 2) schwankt über das gesamte Kollektiv zwischen 2,25 % und 28,18 % (MW 8,79 %, SD 4,97 %). Die Ergebnisse des Wassergehaltes zeigen signifikant höhere Werte bei Kindern in den Altersklassen Infans I und II als bei Erwachsenen. Ebenso ist der Wassergehalt höher bei untergewichtigen als bei übergewichtigen Personen. Mit zunehmendem Alter nimmt der Wassergehalt im Fettgewebe ab. So sind die höchsten Werte bei den bis zu 10-jährigen Kindern zu beobachten.

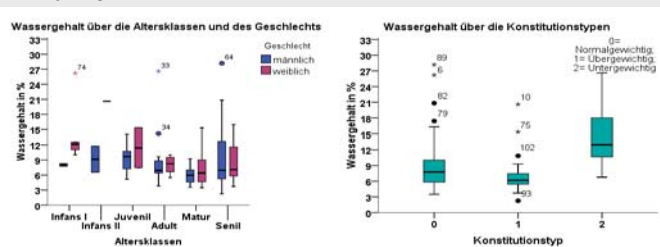


Abb. 2: Wassergehalt vom subkutanen Fettgewebes

## Ergebnisse – Dichte vom Fettgewebe

Wie bei den Untersuchungen am Muskelgewebe zeigen sich auch hier Unterschiede bei den Ergebnissen von Erwachsenen und Kindern; die Dichtewerte des subkutanen Fettgewebes weisen bei Kindern deutlich niedrigere Werte auf. Mit zunehmendem Körpergewicht nimmt die Dichte vom subkutanen Fettgewebe zu, so weisen übergewichtige Personen im Mittel die höchsten Dichtewerte auf, wohingegen untergewichtige Personen die niedrigsten Werte zeigen (Abb. 3).

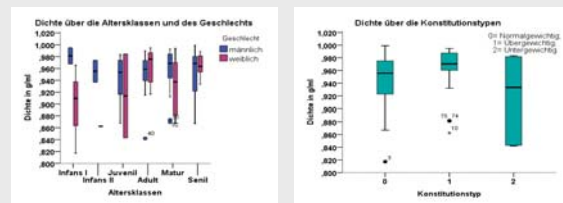


Abb. 3: Dichte des subkutanen Fettgewebes

## Diskussion

Die in dieser Studie ermittelte Dichte ( $\rho = 0,949 \text{ g/cm}^3$ ) liegt im Vergleich zu Daten aus der Literatur im oberen Werteintervall. Die publizierten Dichtewerte vom Fettgewebe schwanken von  $0,900 \text{ g/cm}^3$  bis  $0,971 \text{ g/cm}^3$ . Bei Vergleich mit Daten der Literatur (Abb. 4) ist jedoch zu berücksichtigen, dass es sich dabei um (sehr) kleine Kollektive Erwachsener, nicht Kinder, handelt. Im Gegensatz dazu begründet sich der Mittelwert der vorliegenden Arbeit auf einen großen Stichprobenumfang, der zudem ein breites Altersspektrum abdeckt.

Studie	MW der Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	N
Lochner 2010	0,949	92
Fidanza 2003	0,900	5
Rachold 1931	0,916	k.A.
Buengner 1929	0,900 – 0,966	15
Vierordt 1906	0,971	1
Krause 1876	0,923 – 0,925	3

Abb. 4: Literaturvergleich – Dichte vom Fettgewebe

Die gleichen Einschränkungen gelten bzgl. des Wassergehalts (Abb. 5).

Studie	Wassergehalt [%]	N
Lochner 2010	2,25 – 28,18	101
Clarys et al. 2005	20,0	25
Forbes et al. 1953	23,0	1
Michell et al. 1945	50,09	1
Buengner 1929	4,34 – 65,41	15
Schirmer 1921	5,0 – 71,0	45
Bozenraad 1911	7,0 – 46,0	k.A.
Vierordt 1906	29,9	1

Abb. 5: Literaturvergleich – Wassergehalt vom Fettgewebe

## Literaturverzeichnis

Literatur beim Autor zu erfragen.