

Navina Diana Kuß  
Dr. med.

## **Rheologische Eigenschaften von Muttermilch und Formulanahrung im Vergleich – Abhängigkeit von Eiweiß -, Fettgehalt und Gestationsalter**

Geboren am 14.05.1980 in Ludwigshafen am Rhein  
3. Staatsexamen am 15.05.2006 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach: Kinderheilkunde  
Doktorvater: Herr Prof. Dr. med. Dipl. chem. J. Pöschl

### **Fragestellung**

Ziel der vorliegenden Studie war es, das rheologische Verhalten von Muttermilch im Verlauf der ersten 6 Laktationswochen zu untersuchen. Der Einfluss des Eiweiß - und Fettgehaltes der Muttermilch bzw. der Formulanahrung auf die Viskosität sollte ebenso überprüft werden, wie das Auftreten eines dem Fähraeus – Lindqvist - Effekt ähnlichen Phänomens. Weiterhin galt es die Frage zu beantworten, ob sich die Milch von Müttern Frühgeborener und reifer Neugeborener in Bezug auf die oben genannten Parameter unterscheidet.

### **Material und Methoden**

An der Studie nahmen 30 Mütter Frühgeborener und reifer Neugeborener teil. Die Probandinnen wurden in 3 Gruppen unterteilt. Der Gruppe I wurden 10 Mütter Frühgeborener der 23. - 32. SSW zugeteilt, Gruppe II 10 Mütter Frühgeborener der 23. - 37. SSW, Gruppe III 10 Mütter reifer Neugeborener der 37. - 42. SSW. Die Probandinnen waren zum Zeitpunkt der Studie zwischen 24 und 41 Jahren alt. Von jeder Probandin wurden in der 2. (7. - 14. Tag) und 6. (35. - 42. Tag) Woche post partum je 10-15 ml Muttermilch gewonnen und bis zur Verwendung der Proben bei -20°C gelagert.

Die untersuchten Formulanahrungen unterscheiden sich durch den unterschiedlichen Gehalt ihrer Bestandteile wie Eiweiß und Fett. Folgende Nahrungen wurden verwendet: Pre - /HA - Nahrungen: Beba Pre (Nestle), Aptamil Pre (Milupa), Alete HA (Nestle), Humana HA1 (Humana), Aptamil HA Pre (Milupa); FG-Nahrung: Beba FGN (Nestle); Hydrolysatnahrungen: Neocate (SHS), Pregomin AS (Milupa), Alfare (Nestle).

Als rheologischer Parameter wurde die Viskosität der Proben mit dem Kapillarviskosimeter microvisc 1.12 Bit in einer weiten Kapillare (Ø 282 µm) und einer engen Kapillare (Ø 88 µm) bestimmt. Die Messungen des Eiweißgehaltes erfolgten mittels Lowry Protein Assay. Die Untersuchung des Gesamtfettgehaltes wurde mit Hilfe des Creamatokrits durchgeführt.

Eiweiß - und Fettgehalt der industriellen Säuglingsnahrungen wurden nicht mit den oben genannten Methoden bestimmt, sondern den Herstellerangaben entnommen.

Für alle Verfahren wurde die Messgenauigkeit durch Mehrfachmessungen (n=10) überprüft.

### **Ergebnisse**

Der Eiweißgehalt der Muttermilch nahm von der 2. zur 6. Woche post partum signifikant ab. Im Vergleich mit den Formulanahrungen entsprachen die Werte in der 2. Woche post partum der verwendeten Frühgeborenennahrung und den Hydrolysatnahrungen, in der 6. Woche post partum dem niedrigeren Eiweißgehalt der Pre - und HA - Nahrungen.

Der Fettgehalt der Muttermilch blieb in den ersten 6 Laktationswochen etwa gleich. Im Vergleich mit den herkömmlichen Säuglingsanfangsnahrungen und Hydrolysatnahrungen zeigten sich keine relevanten Unterschiede, lediglich der Fettgehalt der Frühgeborenennahrung lag über dem der Muttermilchproben.

Die Viskosität der Muttermilch nahm von der 2. zur 6. Woche post partum signifikant ab. Weiterhin waren die mit der engen Kapillare ermittelten Viskositätswerte signifikant niedriger, als die mit der weiten Kapillare gemessenen. Dieser Effekt konnte bei den Formulanahrungen nicht nachgewiesen werden. Steigende Eiweißkonzentrationen der Muttermilch bzw. Formulanahrung führten zu einer statistisch signifikanten Viskositätserhöhung. Auch bei steigendem Fettgehalt der Proben zeigte sich eine Viskositätszunahme geringerer Ausprägung. Im Vergleich mit den industriellen Nahrungen stimmte die Viskosität der Muttermilchproben in der 2. Laktationswoche mit der Frühgeborenenahrung und den Hydrolysatnahrungen überein, während die Pre - und HA - Nahrungen niedrigere Ergebnisse aufwiesen. In der 6. Woche post partum entsprachen die Messergebnisse dagegen den herkömmlichen Säuglingsanfangsnahrungen. Zwischen der Milch von Müttern Frühgeborener und reifer Neugeborener bestand in Bezug auf Eiweißgehalt und Viskosität kein signifikanter Unterschied. Der Fettgehalt war in der Gruppe der reifen Neugeborenen etwas niedriger, der Unterschied war jedoch auch hier nicht statistisch signifikant.

Das Einfrieren der Proben hatte keinen relevanten Einfluss auf die zu messenden Parameter Viskosität, Eiweiß - und Fettgehalt. Pasteurisierte man die Muttermilchproben blieb der Eiweißgehalt gleich, der Fettgehalt nahm dagegen deutlich ab. Der Fåhraeus-Lindqvist - Effekt ging durch die Pasteurisation verloren.

### **Schlussfolgerung**

Die Bedeutung der Viskosität und des Fåhraeus - Lindqvist - Effekts von Muttermilch ist bisher unklar. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass der Milchfluss in der laktierenden Mamma maßgeblich durch den Fåhraeus - Lindqvist - Effekt beeinflusst wird. Der Fluß in engen Milchgängen könnte, ähnlich wie bei Blut in engen Kapillaren, durch dieses Phänomen sogar erst ermöglicht werden. Auch wenn in der vorliegenden Studie zwischen der Milch von Müttern Frühgeborener und reifer Neugeborener in der 2. und 6. Woche post partum keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden konnten, sind Aussagen über den gesamten Zeitraum der Laktation nicht möglich. Darüber hinaus verdeutlichen die Ergebnisse der vorliegenden Studie, dass die industriellen Säuglingsnahrungen sich zwar an der Zusammensetzung von Muttermilch orientieren, die physiologischen Veränderungen des Nährstoffgehalts jedoch nicht nachempfunden werden können. Weiterhin konnte der Fåhraeus- Lindqvist – Effekt bei den Formulanahrungen nicht nachgewiesen werden. Dieses Ergebnis ist auf eine andere Ausrichtung der Fetttropfen zurückzuführen.