

Messtechnische Analyse der Belastung des Hand-Arm-Systems durch Drehmomente beim Aufrüsten von Hämodialysegeräten

Chris SCHRÖER¹, Niels HINRICHER¹, Elisabeth IBENTHAL¹,
Lorenz MÜLLER², Claus BACKHAUS¹

¹ Zentrum für Ergonomie und Medizintechnik, FH Münster
Bürgerkamp 3, D-48565 Steinfurt

² Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW)
Spichernstraße 2-3, D-10777 Berlin

Kurzfassung: Dialysefachkräfte sind beim Aufrüsten von Dialysegeräten unterschiedlichen Belastungen des Hand-Arm-Systems ausgesetzt. Beim Anschließen des Schlauchsystems werden Luer-Lock und Flügelschrauben durch eine Drehbewegung mit dem Dialysegerät oder dem Dialysator verbunden. Ziel der Untersuchung ist es, die dabei auftretenden Drehmomente für 7 unterschiedliche Dialysegeräte zu messen.

Hierzu wird jedes Dialysegerät von 10 Dialysefachkräften auferüstet und mit einem digitalen Drehmomentschlüssel das Losbrechmoment zum Öffnen der Schraubverbindung gemessen. In einem Laborexperiment werden die zum Losbrechmoment zugehörigen Einschraubmomente bestimmt und mit Grenzwerten nach Schmidtke und Rühmann (1990) verglichen.

Die gemessenen Drehmomente liegen zwischen 0,10 und 0,90 Nm (M: 0,33; SD: 0,22). Zwei der 7 Dialysegeräte überschreiten die Grenzwerte.

Um die Hand-Arm-Belastung ganzheitlich zu erfassen, müssen in weiteren Studien die Druckkräfte gemessen werden, die beim Einlegen des Schlauchsystems in das Dialysegerät auftreten.

Schlüsselwörter: Dialysegerät, Hand-Arm-Belastung, Muskel-Skelett-Erkrankung, Carpal-tunnelsyndrom

1. Situation

Jede zweite Dialysefachkraft leidet im Laufe ihres Berufslebens an muskuloskelettalen Beschwerden im Bereich der Hände (Westergren et al. 2020). Die Inzidenz für Muskel-Skelett-Beschwerden ist damit doppelt so hoch wie bei Pflegekräften aus anderen Bereichen des Gesundheitswesens. Insbesondere das Aufrüsten der Dialysegeräte wird als belastend für das Hand-Arm-System wahrgenommen (Westergren et al. 2021). Hierbei müssen die Pflegekräfte ein Schlauchsystem in das Dialysegerät einlegen, eindrücken und Luer-Lock-Verbinder und Flügelschrauben mit dem Dialysegerät oder einem Dialysator verschrauben.

Untersuchungen zu Muskel-Skelett-Belastungen bei Mitarbeitern im Gesundheitswesen nutzen bevorzugt Befragungen, um Beschwerden zu erfassen (Davis & Kotowski 2015). Messtechnische Analysen zur Belastung beim Aufrüsten von Dialysegeräten existieren bislang nicht ausreichend. Das Ziel der vorgelegten Untersuchung ist es, die Drehmomente beim Verschrauben der Schlauchsysteme von verschiedenen Dialysegeräten zu messen, um die Belastung für das Hand-Arm-System abzuschätzen.

2. Methode

Es werden 7 aktuelle Hämodialysegeräte von 5 Herstellern in die Untersuchung einbezogen. Jedes Gerät wird von 10 Dialysefachkräften mit dem Originalen Schlauchset des Herstellers aufgerüstet. Eine Dialysefachkraft rüstet maximal 2 Geräte auf, die ihr nicht aus der täglichen Praxis bekannt sind. Vor Versuchsbeginn wird das Alter, Geschlecht sowie die Dauer einer durchschnittlichen Arbeitsschicht und die Zahl der dabei aufgerüsteten Dialysegeräte erfragt.

Danach werden die Probanden gebeten, dass zugewiesene Dialysegerät aufzurüsten. Sie erhalten vor dem Test keine Information, dass die Drehmomente zum Verbinden der Luer-Lock Anschlüsse bzw. der Flügelschrauben gemessen werden.

Nach dem Aufrüsten wird der Schlauch von den Luer-Lock Verbindungen bzw. den Flügelschrauben abgeschnitten und diese werden mit Hilfe eines digitalen Drehmomentschlüssels mit Maximum-Vorrichtung (TORSIOTRONIC, Stahlwille Eduard Wille GmbH & Co. KG, Deutschland) gelöst (Abbildung 1). Dadurch wird das Losbrechmoment gemessen.

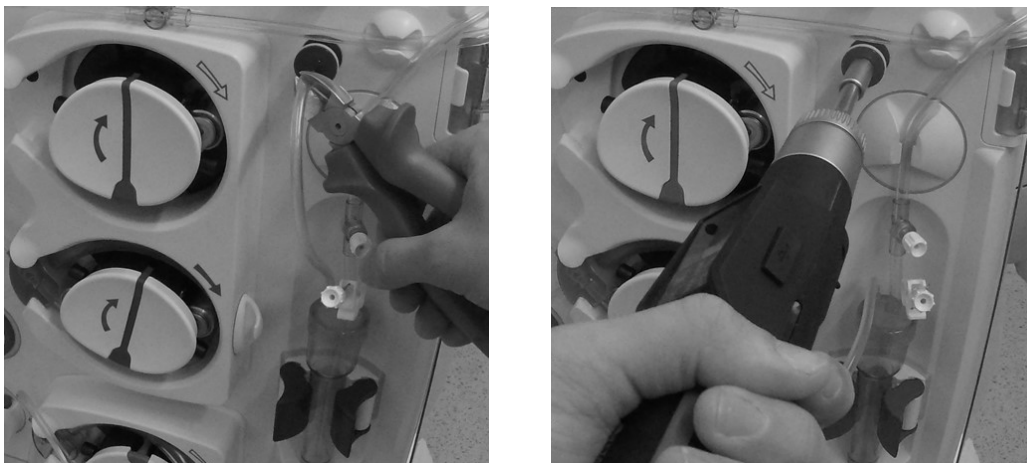


Abbildung 1: Messdurchführung. Links: Abschneiden des Schlauchs von der Schraubverbindung (Luer-Lock oder Flügelschraube). Rechts: Messung des Losbrechmoments mit einem digitalen Drehmomentschlüssel mit Maximum-Vorrichtung.

Nachfolgend wird in einem Laborexperiment für jedes Dialysegerät das Verhältnis zwischen Eindreh- und Losbrechmoment bestimmt. Hierzu werden die Schraubverbindungen in 0,1 Nm-Schritten mit Drehmomenten im Bereich von 0,1 bis 1,5 Nm eingedreht und die zugehörigen Losbrechmomente gemessen. Dadurch kann der mathematische Zusammenhang bestimmt werden, um die in den Probandenversuchen untersuchten Eindrehmomente zu bestimmen.

Die Eindreh- und Losbrechmomente werden mit den Grenzwerten für Drehmomente bei gelegentlicher Bedienung von Drehknöpfen oder für Schlüssel durch Frauen nach Schmidtke und Rühmann (1990) verglichen (s. Tabelle 1). Für die Flügelschraubverbindungen zwischen Schlauchsystem und Dialysator wird der Grenzwert für Schlüssel verwendet. Für die Luer-Lock-Verbindungen wird der Grenzwert für Drehknöpfe verwendet.

3. Ergebnisse

Die Probanden arbeiten 8 (SD: 0,6) Stunden pro Schicht und rüsten durchschnittlich 9 (SD: 2,6) Dialysegeräte auf. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Messungen der Losbrechmomente (M_{Los}) und der berechneten Eindrehmomente (M_{Ein}).

Tabelle 1: Ergebnisse der Messungen der Losbrechmomente (M_{Los}) und der berechneten Eindrehmomente (M_{Ein})

Dialyse- gerät	Schraubverbindung	M_{Los} [Nm]	SD_{Los} [Nm]	M_{Ein} [Nm]	SD_{Ein} [Nm]	Grenzwert [Nm]
A	Flügelschraube Arteriell	0,30	0,06	0,42	0,08	0,80
	Flügelschraube Venös	0,28	0,08	0,39	0,11	0,80
	Luer-Lock Heparinspritze	0,17	0,04	0,18	0,04	0,50
B	Flügelschraube Arteriell	0,36	0,09	0,55	0,14	0,80
	Flügelschraube Venös	0,36	0,10	0,54	0,15	0,80
	Luer-Lock Druckaufnehmer Venös	0,30	0,14	0,35	0,16	0,50
	Luer-Lock Art. Pat – SafeLine	0,12	0,02	0,14	0,03	0,50
	Luer-Lock Ven. Pat. – Spülstecker	0,10	0,02	0,12	0,03	0,50
	Luer-Lock Heparinspritze	0,17	0,05	0,19	0,07	0,50
C	Flügelschraube Arteriell	0,23	0,05	0,42	0,13	0,80
	Flügelschraube Venös	0,22	0,05	0,38	0,13	0,80
	Luer-Lock Druckaufnehmer Arteriell	0,34	0,15	0,36	0,16	0,50
	Luer-Lock Druckaufnehmer Venös	0,37	0,19	0,39	0,20	0,50
	Luer-Lock Ablaufport	0,17	0,05	0,18	0,05	0,50
	Luer-Lock Heparinspritze	0,16	0,05	0,17	0,05	0,50
D	Flügelschraube Arteriell	0,50	0,11	0,57	0,13	0,80
	Flügelschraube Venös	0,46	0,14	0,52	0,15	0,80
	Luer-Lock Druckaufnehmer Arteriell	0,34	0,15	0,39	0,17	0,50
	Luer-Lock Druckaufnehmer Venös	0,44	0,13	0,50	0,16	0,50
	Luer-Lock Spülport	0,35	0,07	0,40	0,08	0,50
	Luer-Lock Pat.Ven – Abflussadapter	0,15	0,03	0,16	0,03	0,50
	Luer-Lock Heparinspritze	0,13	0,02	0,14	0,03	0,50
E	Flügelschraube Arteriell	0,72	0,18	0,75	0,17	0,80
	Flügelschraube Venös	0,61	0,19	0,64	0,18	0,80
	Luer-Lock Druckaufnehmer Arteriell	0,21	0,06	0,23	0,07	0,50
	Luer-Lock Druckaufnehmer Venös	0,21	0,04	0,22	0,04	0,50
	Luer-Lock Druckaufnehmer PBE	0,21	0,04	0,22	0,04	0,50
	Luer-Lock Ablaufport	0,26	0,06	0,28	0,07	0,50
	Luer-Lock Substitutionsport	0,28	0,12	0,30	0,14	0,50
	Luer-Lock Heparinspritze	0,14	0,05	0,14	0,05	0,50
F	Flügelschraube Arteriell	<u>0,90</u>	0,42	<u>1,46</u>	0,69	0,80
	Flügelschraube Venös	<u>0,61</u>	0,28	<u>0,98</u>	0,46	0,80
	Luer-Lock Druckaufnehmer Arteriell	0,27	0,07	0,29	0,08	0,50
	Luer-Lock Druckaufnehmer Venös	0,27	0,08	0,29	0,09	0,50
	Luer-Lock Heparinspritze	0,15	0,05	0,16	0,06	0,50
G	Flügelschraube Arteriell	<u>0,89</u>	0,24	<u>1,23</u>	0,34	0,80
	Flügelschraube Venös	<u>0,94</u>	0,23	<u>1,31</u>	0,33	0,80
	Luer-Lock Ultraport	0,24	0,08	0,27	0,09	0,50
	Luer-Lock Ven.Schlauch – Ultraleitung	0,17	0,03	0,19	0,03	0,50
	Luer-Lock Heparinspritze	0,13	0,04	0,15	0,05	0,50

Die gemessenen M_{Los} liegen zwischen 0,1 und 0,9 Nm, die berechneten M_{Ein} zwischen 0,12 und 1,46 Nm. Zwei Dialysegeräte (F und G) überschreiten die von Schmidtke und Rühmann (1990) ausgewiesenen Grenzwerte.

4. Diskussion

Zwei der 7 untersuchten Hämodialysegeräte überschreiten die Grenzwerte. Ausgehend von der Zahl der aufzurüstenden Geräte pro Arbeitsschicht sowie den Ergebnissen dieser Studie kann die Belastung des Hand-Arm-Systems durch die aufzubringenden Drehmomente beim Aufrüsten der Dialysegeräte als gering bis moderat eingestuft werden.

Zu den Limitationen der Untersuchung gehört allerdings, dass nur ein Teil der beim Aufrüsten auftretenden Belastung erfasst wurde. Zusätzlich zu den Drehmomenten muss das Schlauchsystem mit den Fingern an den dafür vorgesehenen Stellen in Halterungen und Führungen des Dialysegerätes eingedrückt werden. Für eine ganzheitliche Belastungsabschätzung müssen zusätzlich die dabei auftretenden Druckkräfte untersucht werden. Zusätzlich sollte der Einfluss der Repetition, durch das Aufrüsten mehrerer oder auch unterschiedlicher Dialysegeräte mit in die Betrachtung der Ergebnisse einbezogen werden.

5. Literatur

- Davis KG, Kotowski SE (2015) Prevalence of Musculoskeletal Disorders for Nurses in Hospitals, Long-Term Care Facilities and Home Health Care: A Comprehensive Review. *Human Factors* 57 (5), 754-792. DOI: 10.1177/0018720815581933.
- Schmidtke H, Rühmann H, Jürgens HW (1990) *Handbuch der Ergonomie*, Zweite überarbeitete und erweiterte Auflage, Koblenz. ISBN: 3-927038-70-9.
- Westergren E, Ludvigsen MS, Lindberg M (2020) Associations between materials used and work-related musculoskeletal hand complaints among haemodialysis nurses. *Journal of renal care* 46 (3), 185-192. DOI: 10.1111/jorc.12317.
- Westergren E, Ludvigsen MS, Lindberg M (2021) Prevalence of musculoskeletal complaints among haemodialysis nurses – a comparison between Danish and Swedish samples. *International journal of occupational safety and ergonomics*. JOSE 27 (3), 896-901. DOI: 10.1080/10803548.2019.1688018.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Technologie und Bildung in hybriden Arbeitswelten

68. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und
Fabrikautomatisierung IFF, Magdeburg

02. – 04. März 2022

GfA-Press

Bericht zum 68. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 02. – 04. März 2022

**Otto-von Guericke-Universität Magdeburg;
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Sankt Augustin: GfA-Press, 2022
ISBN 978-3-936804-31-7

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle (s. u.) erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Sankt Augustin**

Schriftleitung: Prof. Dr. Rolf Ellegast

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Kongressband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Geschäftsstelle der GfA

Simone John, Tel.: +49 (0)30 1300-13003

Alte Heerstraße 111, D-53757 Sankt Augustin

info@gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de · www.gesellschaft-fuer-arbeitswissenschaft.de

Screen design und Umsetzung

© 2022 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de