

Druckschmerzschwellen bei Druckreizen

Vasiliki RODDAY¹, Britta GEIßLER¹, Hans-Jürgen OTTERSBAACH²,
Michael HUELKE², Stephan LETZEL¹ und Axel MUTTRAY¹

¹ *Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin,
Johannes Gutenberg-Universität Mainz,
Obere Zahlbacher Str. 67, 55131 Mainz*

² *Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung,
Alte Heerstraße 111, 53757 Sankt Augustin*

Kurzfassung: In der Industrie wird es immer mehr Arbeitsplätze geben, wo Mensch und Roboter Hand in Hand zusammenarbeiten. Zum Schutz der Arbeiter hat das Institut für Arbeitsschutz vorübergehende orientierende Grenzwerte für Kollisionskräfte und -drücke vorgegeben. Medizinisch relevant sind hierbei die Druckschmerzschwellen und die Druckschmerztoleranz. Ziel der Promotionsarbeit war es, eine Art Schmerzschwellenkataster bei Gesunden zu erstellen. Hierfür wurde eine Literaturrecherche in Pubmed durchgeführt. Die Ergebnisse variierten erheblich in Abhängigkeit von der Methodik, dem Geschlecht und der anatomischen Region. Eine Standardisierung der Methodik ist erforderlich. Die ermittelten Druckschmerzschwellen und Druckschmerztoleranzen können einen Beitrag zur Festlegung neuer Grenzwerte liefern.

Schlüsselwörter: Druckschmerzschwellen, Druckschmerztoleranz, Algometer.

1. Einleitung

Der Einsatz von kollaborierenden Robotern wird in Zukunft erheblich zunehmen, so dass künftig auch mit Kollisionen zwischen Mensch und Roboter zu rechnen ist. Deshalb hat das Institut für Arbeitsschutz (IFA) orientierende Grenzwerte für Kollisionskräfte und -drücke vorgegeben. Die Grenzwerte wurden auf der Grundlage einiger Literaturdaten und bestehender Regelungen aus anderen Gefahrenbereichen festgelegt. Ein medizinisch wesentlicher Aspekt sind die Druckschmerzschwelle (PPT) und die Druckschmerztoleranz (PTOL). Die PPT beschreibt die geringste Stärke eines Reizes, der von Probanden als schmerzhaft empfunden wird. Zur Bestimmung der PTOL wird der Schmerzreiz solange gesteigert, bis der Proband angibt, den Schmerz nicht mehr aushalten zu können.

Ziel war es, eine Art Schmerzschwellenkataster bei Gesunden zu erstellen und wesentliche Einflussgrößen zu ermitteln.

2. Methodik

Es wurden eine Literaturrecherche in PubMed mit den Schlagwörtern „pressure“, „pain threshold“, „pressure pain“, „pain threshold meter“ durchgeführt und Sekundärliteratur ausgewertet. Die relevanten Publikationen wurden in Anlehnung an die CONSORT-Kriterien (Altmann 2001) analysiert.

3. Ergebnisse

Die PPTs und die PTOLs variierten in den verschiedenen Publikationen erheblich in Abhängigkeit von der Methodik, der anatomischen Region, der Reizfläche und dem Druckanstieg. Die meisten der Studien wurden mit einem handgehaltenen Algometer durchgeführt (vgl. Abbildung 1).



Abbildung 1: Handgehaltenes Algometer

Frauen wiesen im Allgemeinen deutlich niedrigere PPTs und PTOLs als Männer auf. Exemplarisch sind die Schmerzschwellen an einigen Körperregionen dargestellt (Tabelle 1 bis 4).

Tabelle 1: Druckschmerzschwellen (PTT) bei Frauen

Lokalisation	Druckschmerzschwelle				Fläche [cm ²]	Anstieg		Autor
	[N/cm ²]		[N]			[N/cm ² /s]	[N/s]	
	MW	SD	MW	SD				
N. medianus	24,00	k. A.	24,00	k. A.	1,00	4,00	4,00	Sterling 2000
N. radialis	25,00	k. A.	25,00	k. A.	1,00	4,00	4,00	Sterling 2000
Sternum	41,16	9,16	39,10	8,70	0,95	10,53	10,00	Takala 1990
Sternum	207,97**	74,56	51,99	18,64	0,25	39,24	9,81	Vatine 1993
M. supraspina- tus	41,20	k. A.	58,86	k. A.	1,00	9,81	9,81	Fischer 1986
M. deltoideus	47,09	k. A.	71,61	k. A.	1,00	9,81	9,81	Fischer 1986
Tibia	26,70	2,65	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	Buchan an 1987
Malleolus externus	176,58**	74,56	44,15	18,64	0,25	39,24	9,81	Vatine 1993

Tabelle 2: Druckschmerzschwellen (PTT) bei Männern

Lokalisation	Druckschmerzschwelle				Fläche [cm ²]	Anstieg		Autor
	[N/cm ²]		[N]			[N/cm ² /s]	[N/s]	
	MW	SD	MW	SD				
N. medianus	33,00	k. A.	33,00	k. A.	1,00	4,00	4,00	Sterling 2000
N. radialis	39,00	k. A.	39,00	k. A.	1,00	4,00	4,00	Sterling 2000
Sternum	64,84	17,16	61,60	16,30	0,95	10,53	10,0 0	Takala 1990
Sternum	204,05**	86,33	51,01	21,58	0,25	39,24	9,81	Vatine 1993
M. supraspinatus	58,86	k. A.	58,86	k. A.	1,00	9,81	9,81	Fischer 1986
M. deltoideus	71,61	k. A.	71,61	k. A.	1,00	9,81	9,81	Fischer 1986
Tibia	38,90	3,43	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.	Buchanan 1987
Malleolus externus	180,50**	82,40	45,13	20,6	0,25	39,24	9,81	Vatine 1993

Tabelle 3: Druckschmerztoleranz (PTOL) bei Frauen

Lokalisation	Druckschmerztoleranz				Fläche [cm ²]	Anstieg		Autor
	[N/cm ²]		[N]			[N/cm ² /s]	[N/s]	
	MW	SD	MW	SD				
M. masseter rechts	46,36	6,36	22,71	3,12	0,49	9,08	4,45	Goddard 2004
Processus mastoideus	227,59**	82,40	56,90	20,60	0,25	39,24	9,81	Vatine 1993
M. supraspinatus bds.	93	33	93	33	1	10	10	Fischer 1986
M. deltoideus bds.	100	31	100	31	1	10	10	Fischer 1986
Sternum	306,07**	70,63	76,52	17,66	0,25	39,24	9,81	Vatine 1993
Tibia bds.	87	34	87	34	1	10	10	Fischer 1986
Malleolus externus	235,44**	86,33	58,86	21,58	0,25	39,24	9,81	Vatine 1993

4. Diskussion

Für die Messung der Druckschmerzschwelle und der Druckschmerztoleranz ist eine Standardisierung der Methodik erforderlich. Einflussfaktoren wie Alter, Körperfett, Trainingszustand der Muskulatur sowie lokal auftretende Druckspitzen sind noch unzureichend untersucht und sollten in zukünftigen Studien berücksichtigt werden.

Aus ethischen und medizinischen Gründen sind Studien zur Druckschmerztoleranz bedenklich. Beispielsweise wurde der Thorax zur Messung der Druckschmerztoleranz 4 cm tief eingedrückt. Die ermittelten Druckschmerzschwellen und Druckschmerztoleranzen können einen Beitrag zur Festlegung neuer Grenzwerte liefern.

Tabelle 4: Druckschmerztoleranz (PTOL) bei Männern

Lokalisation	Druckschmerztoleranz				Fläche [cm ²]	Anstieg		Autor
	[N/cm ²]		[N]			[N/cm ² /s]	[N/s]	
	MW	SD	MW	SD				
M. masseter rechts	45,45	5,45	22,27	2,67	0,49	9,08	4,45	Goddard 2004
Processus mastoideus	247,21**	105,95	61,80	26,49	0,25	39,24	9,81	Vatine 1993
M. supraspinatus bds.	114	32	114	32	1	10	10	Fischer 1986
M. deltoideus bds.	115	25	115	25	1	10	10	Fischer 1986
Sternum	345,31**	137,3	86,33	34,34	0,25	39,24	9,81	Vatine 1993
Tibia bds.	102	22	102	22	1	10	10	Fischer 1986
Malleolus externus	290,38**	105,95	72,59	26,49	0,25	39,24	9,81	Vatine 1993

5. Literatur

1. Altman, D.G., Schulz, K.F., Moher, D., Egger, M., Davidoff, F., Elbourne, D., Gotsche, P.C., Lang, T. & CONSORT GROUP 2001, The revised CONSORT statement for reporting randomized trials: explanation and elaboration, *Annals of Internal Medicine*, 134, 663-694.
2. Buchanan, H.M. & Midgley, J.A. 1987, Evaluation of pain threshold using a simple pressure algometer, *Clinical Rheumatology*, 6, 510-517.
3. Fischer, A.A. 1987, Pressure algometry over normal muscles. Standard values, validity and reproducibility of pressure threshold, *Pain*, 30, 115-126.
4. Fischer, A.A. 1986, Pressure tolerance over muscles and bones in normal subjects, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 67, 406-409.
5. Goddard, G., Karibe, H. & McNeill, C. 2004, Reproducibility of visual analog scale (VAS) pain scores to mechanical pressure, *Cranio -The Journal of Craniomandibular Practice*, 22, 250-256.
6. Sterling, M., Treleaven, J., Edwards, S. & Jull, G. 2000, Pressure pain thresholds of upper limb peripheral nerve trunks in asymptomatic subjects, *Physiotherapy Research International*, 5, 220-229.
7. Takala, E.P. 1990, Pressure pain threshold on upper trapezius and levator scapulae muscles. Repeatability and relation to subjective symptoms in a working population, *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 22, 63-68.
8. Vatine, J.J., Shapira, S.C., Magora, F., Adler, D. & Magora, A. 1993, Electronic pressure algometry of deep pain in healthy volunteers. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 74, 526-530.

Danksagung: Die Studie wurde von der DGUV gefördert.
Die Daten stammen aus der med. Diss. von V. Rodday, in Vorbereitung