

Schmerzschwellen bei Druckreizen

V. Rodday*⁽¹⁾, B. Geißler⁽¹⁾, H. Ottersbach⁽²⁾, M. Huelke⁽²⁾, S. Letzel⁽¹⁾, A. Muttray⁽¹⁾

(1) Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität, Mainz

(2) Institut für Arbeitsschutz (IFA), Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), St. Augustin

*Diese Arbeit enthält Daten aus der med. Diss. von V. Rodday, in Vorbereitung.

Einleitung

Der Einsatz von kollaborierenden Robotern (Abb. 1) 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 Literatordaten 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.

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 analysiert.

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 (Abb. 2 und Abb. 3). Frauen wiesen im Allgemeinen deutlich niedrigere PPTs und PTOLs als Männer auf. Exemplarisch sind die Schmerzschwellen an einigen Körperregionen dargestellt (Tab. 1-4).



Abb. 1: Kollaborierender Montageroboter (Roboteranlage „Teachen“)



Abb. 2: Handgehaltenes Algometer



Abb. 3: Messung am Daumen

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.

Tab. 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. supraspinatus	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.	Buchanan 1987
Malleolus externus	176,58**	74,56	44,15	18,64	0,25	39,24	9,81	Vatine 1993

Tab. 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	61,80	16,30	0,95	10,53	10,00	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

Tab. 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

Tab. 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

Legende zu den Tabellen 1-4: MW: Mittelwert; SD: Standardabweichung; k. A.: keine Angabe; **: erhebliche methodische Probleme

Literatur

Altman, Ann Intern Med 134 (2001) 663-694
 Buchanan, Clin Rheumatol. 1987;6(4):510
 Fischer, Pain. 1987;30(1):115
 Fischer, Arch Phys Med Rehabil. 1986;67(11):836

Goddard, Cranio. 2004;22(3):250-6
 Sterling, Physiother Res Int. 2000;5(4):220
 Takala, Scand J Rehabil Med. 1990;22(2):63
 Vatine, Arch Phys Med Rehabil. 1993;74(5):526

Danksagung

Die Studie wurde von der DGUV gefördert.