

Das Immunalter von Feuerwehrmännern ist feminin

Peter BRÖDE, Maren CLAUS, Doris URLAUB, Natalie WOLFSDORFF,
Carsten WATZL

*Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (IfADo),
Forschungsbereich Immunologie, Ardeystraße 67, D-44139 Dortmund*

Kurzfassung: Die vorliegende Querschnittsstudie vergleicht das Immunalter von 84 männlichen und 7 weiblichen Berufsfeuerwehrleuten im Alter von 21–58 Jahren mit dem einer Stichprobe der Allgemeinbevölkerung (327 Frauen, 235 Männer, 18–88 Jahre). Dazu wurde aus Blutproben mittels Durchflusszytometrie der IMMun-AlterindeX IMMAX bestimmt. Dieser wurde zur Berücksichtigung des Einflusses des Lebensalters per ANCOVA auf Unterschiede zwischen den Gruppen analysiert. Es ergaben sich für die Feuerwehrmänner sowie für Frauen und Männer der Vergleichsgruppe mit dem Lebensalter parallel ansteigende IMMAX-Verläufe. Dabei wiesen sowohl die Frauen als auch die Feuerwehrmänner, deren Regressionsgeraden fast deckungsgleich verliefen, ein gegenüber dem männlichen Vergleichskollektiv signifikant reduziertes Immunalter auf. Einen Erklärungsansatz hierfür könnte eine bei Feuerwehrleuten im Vergleich zur Normalbevölkerung erhöhte körperliche Leistungsfähigkeit liefern. Da die weiblichen Feuerwehrleute wegen des zu geringen Stichprobenumfangs nicht in die Analyse eingingen, sollte ihr Anteil in weiterführenden Studien dringend erhöht werden.

Schlüsselwörter: Feuerwehr, Immunsystem, Alter, Geschlecht, Stress

1. Einleitung

Gefährdungen durch Umwelteinflüsse, körperliche Belastungen und mentaler Stress während des Einsatzes können die Immunfunktion von Feuerwehrleuten beeinträchtigen (Aisbett et al. 2012; Barros et al. 2021; Walker et al. 2015; Watt et al. 2016; Wolkow et al. 2015). Andererseits hilft ein funktionierendes Immunsystem, der altersbedingten Abnahme der Leistungsfähigkeit entgegenzuwirken und die Einsatzbereitschaft bei guter Gesundheit aufrechtzuerhalten (Smolander et al. 2000; Walker et al. 2017; Wright-Beatty et al. 2014).

Nachdem wir zeigen konnten, dass die mit zunehmendem Lebensalter einhergehende Abnahme der kardiorespiratorischen Fitness zum Teil durch das Immunalter erklärt wird (Bröde et al. 2022b), hat die vorliegende Studie zum Ziel, das Immunalter von Feuerwehrleuten mit dem einer Stichprobe der erwachsenen Allgemeinbevölkerung zu vergleichen.

2. Methoden

In einer Querschnittsstudie wurden Blutproben von 7 weiblichen und 84 männlichen Berufsfeuerwehrleuten (21–58 Jahre) entnommen und mittels Durchflusszytometrie

relative Häufigkeiten von unterschiedlichen Typen peripherer Lymphozyten bestimmt (Claus et al. 2016). Aus diesen wurde, basierend auf einer Metrik zur umfassenden Beschreibung des Immunalters (Alpert et al. 2019), der IMMun-AlterindeX IMMAX (Bröde et al. 2022a) errechnet. Dieser wurde mit entsprechenden Werten einer aus der regionalen Erwachsenen-Bevölkerung rekrutierten Referenzgruppe von 327 Frauen und 235 Männern im Alter von 18–88 Jahren verglichen. Mit einem Fragebogen wurden weitere Merkmale erhoben, deren Verteilung Tabelle 1 darstellt.

Die statistische Analyse der IMMAX-Werte im Gruppenvergleich erfolgte zur Adjustierung nach dem Lebensalter mit ANCOVA, wobei die weiblichen Feuerwehrleute wegen des geringen Stichprobenumfangs nicht eingingen.

Tabelle 1: Merkmalsverteilung nach Geschlecht in der Feuerwehr- und Referenz-Gruppe.

	Ref (♂), N = 235 ¹	Ref (♀), N = 327 ¹	FW (♂), N = 84 ¹	FW (♀), N = 7 ¹
Alter (Jahre)	53 (33, 64)	53 (32, 62)	40 (31, 53)	30 (30, 40)
Größe (m)	1.80 (1.76, 1.86)	1.67 (1.63, 1.72)	1.83 (1.78, 1.88)	1.71 (1.70, 1.74)
Gewicht (kg)	85 (76, 95)	68 (60, 79)	86 (80, 95)	65 (64, 67)
BMI-Kategorie				
<i>normal</i>	91 (39%)	179 (55%)	30 (36%)	6 (86%)
<i>übergewichtig</i>	102 (43%)	91 (28%)	46 (55%)	1 (14%)
<i>fettleibig</i>	42 (18%)	57 (17%)	8 (9.5%)	0 (0%)
Regelmäßige Bewegung				
<i>keine</i>	18 (7.7%)	29 (8.9%)	2 (2.4%)	1 (14%)
<i>1–2-mal pro Woche</i>	80 (34%)	123 (38%)	24 (29%)	1 (14%)
<i>3–5-mal pro Woche</i>	99 (42%)	130 (40%)	54 (64%)	4 (57%)
<i>6–7-mal pro Woche</i>	38 (16%)	45 (14%)	4 (4.8%)	1 (14%)
Nichtraucher	148 (63%)	240 (73%)	50 (60%)	6 (86%)
Chronisch krank	65 (28%)	136 (42%)	15 (18%)	0 (0%)
Immunalter IMMAX	0.49 (0.41, 0.58)	0.45 (0.36, 0.55)	0.40 (0.34, 0.48)	0.37 (0.33, 0.47)

¹Ref: Referenz-Gruppe; FW: Feuerwehr-Gruppe; ♂: männlich; ♀: weiblich;

BMI: Body-Maß Index (= Gewicht/Größe²);

Median (25-, 75-Perzentile) für stetige Daten; Häufigkeit (%) für klassierte Daten

3. Ergebnisse

Die ANCOVA bestätigte eine bereits in früheren Studien belegte statistisch signifikante Zunahme des Immunalters mit dem Lebensalter ($p < 0.001$), wobei der Anstieg in den verglichenen Gruppen bei ähnlichen Korrelationskoeffizienten (0.5–0.6) mit 0,43 % pro Jahr weitgehend parallel erfolgte (Interaktionseffekt Alter mit Gruppe nicht signifikant, $p = 0.71$). In der Referenzgruppe wiesen Frauen statistisch signifikant ($p < 0.001$) um 3,3 % geringere IMMAX-Werte als die Männer auf. Dieser Unterschied entsprach einer Parallelverschiebung von etwa 8 Lebensjahren (Abbildung 1).

Auch der IMMAX-Score der Feuerwehrmänner lag im Mittel signifikant ($p = 0.007$) um 4,1 % unterhalb der Werte für die Männer der Referenzgruppe, unterschied sich aber nicht signifikant ($p = 0.79$) vom Immunalter der Frauen.

Interessanterweise war die Regressionsgerade des Immunalters in Abhängigkeit vom Lebensalter bei den Feuerwehrmännern fast deckungsgleich mit der für die Frauen aus der Referenzgruppe resultierenden Funktion (Abbildung 1).

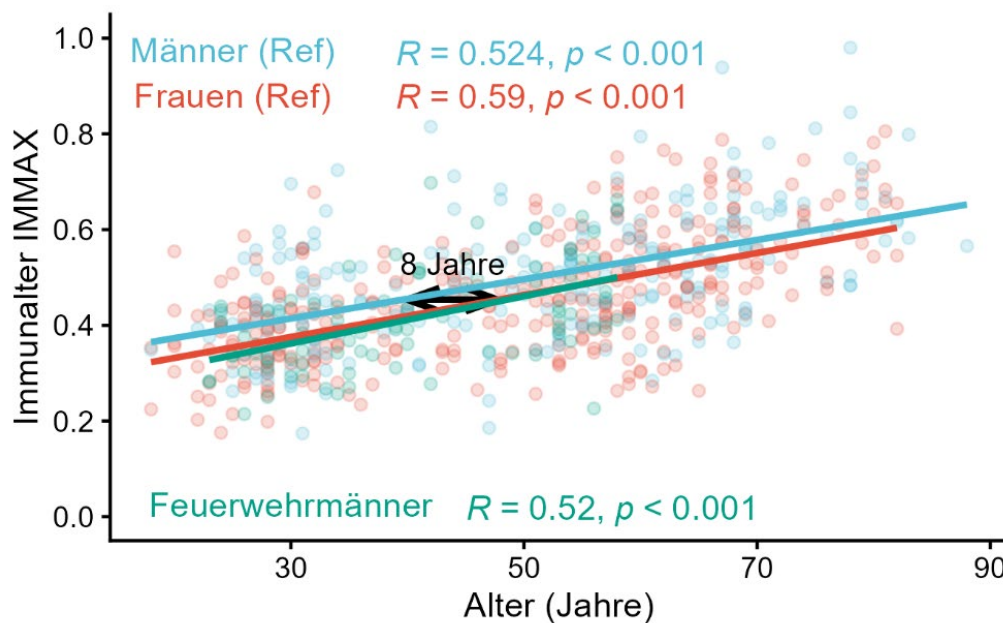


Abbildung 1: Immunalter IMMAX in Abhängigkeit vom Lebensalter mit Regressionsgeraden, Korrelationskoeffizienten (R) und p -Werten für Feuerwehrmänner im Vergleich zu Männern und Frauen der Referenzgruppe (Ref).

4. Diskussion

Das im Vergleich zu Männern geringere Immunalter bei Frauen bestätigt frühere Befunde (Alpert et al. 2019; Bröde et al. 2022a) und geht einher mit einer im Alter stabileren Reaktivität des weiblichen Immunsystems (Márquez et al. 2020). Bekannt sind zudem der Zusammenhang zwischen zunehmendem Immunalter und nachlassender kardiorespiratorischer Fitness (Bröde et al. 2022b) sowie die positiven Auswirkungen von körperlicher Aktivität auf Fitness und Immunsystem (Simpson et al. 2012; Smolander et al. 2000). Insgesamt deutet dies auf eine bei Feuerwehrleuten im Vergleich zur Normalbevölkerung erhöhte körperliche Leistungsfähigkeit als mögliche Erklärung für den in dieser Studie für Feuerwehrmänner resultierenden „femininen“ Verlauf des Immunalters mit dem Lebensalter.

Die geringe Zahl untersuchter weiblicher Feuerwehrleute lässt für diese keine belastbaren Aussagen zu und sollte daher dringend erhöht werden (Corbett et al. 2020; Renberg et al. 2022), z. B. in weiterführenden Untersuchungen, die auf die Ableitung von Maßnahmen zur Integration der Bestimmung des Immunalters in Ausbildung und Gesundheitsvorsorge für Feuerwehrleute abzielen können (Engelbrecht et al. 2019; Gumieniak et al. 2018; Kenny et al. 2016; Lindberg et al. 2014; Ljubicic et al. 2013; Ljubicic Calusic et al. 2012).

5. Literatur

Aisbett B, Wolkow A, Sprajcer M, Ferguson SA (2012) "Awake, smoky, and hot": Providing an evidence-base for managing the risks associated with occupational stressors encountered by wildland firefighters. *Applied Ergonomics* 43: 916–925.

- Alpert A, Pickman Y, Leipold M, Rosenberg-Hasson Y, Ji X, Gaujoux R, Rabani H, Starosvetsky E, Kveler K, Schaffert S, Furman D, Caspi O, Rosenschein U, Khatri P, Dekker CL, Maecker HT, Davis MM, Shen-Orr SS (2019) A clinically meaningful metric of immune age derived from high-dimensional longitudinal monitoring. *Nature Medicine* 25: 487–495.
- Barros B, Oliveira M, Morais S (2021) Firefighters' occupational exposure: Contribution from biomarkers of effect to assess health risks. *Environment International* 156: 106704.
- Bröde P, Claus M, Gajewski PD, Getzmann S, Golka K, Hengstler JG, Wascher E, Watzl C (2022a) Calibrating a Comprehensive Immune Age Metric to Analyze the Cross Sectional Age-Related Decline in Cardiorespiratory Fitness. *Biology (Basel)* 11: 1576.
- Bröde P, Claus M, Gajewski PD, Getzmann S, Golka K, Hengstler JG, Wascher E, Watzl C (2022b) Immune age, but not chronological age, together with obesity and independently from sex predicts low physical working capacity. In: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft (Ed) 68. Kongress der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft–Technologie und Bildung in hybriden Arbeitswelten. Magdeburg: GfA-Press, Paper No. A.1.2: 1–4.
- Claus M, Dychus N, Ebel M, Damaschke J, Maydych V, Wolf OT, Kleinsorge T, Watzl C (2016) Measuring the immune system: a comprehensive approach for the analysis of immune functions in humans. *Archives of Toxicology* 90: 2481–2495.
- Corbett J, Wright J, Tipton MJ (2020) Sex differences in response to exercise heat stress in the context of the military environment. *BMJ Military Health* doi:10.1136/jramc-2019-001253.
- Engelbrecht H, Lindeman RW, Hoermann S (2019) A SWOT Analysis of the Field of Virtual Reality for Firefighter Training. *Frontiers in Robotics and AI* 6: 101.
- Gumieniak RJ, Gledhill N, Jamnik VK (2018) Physical employment standard for Canadian wildland fire fighters; developing and validating the test protocol. *Ergonomics* 61: 1311–1323.
- Kenny GP, Groeller H, McGinn R, Flouris AD (2016) Age, human performance, and physical employment standards. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 41: S92–S107.
- Lindberg AS, Oksa J, Malm C (2014) Laboratory or Field Tests for Evaluating Firefighters' Work Capacity? *PLoS ONE* 9:e91215.
- Ljubicic A, Varnai VM, Petrincic B, Macan J (2013) Response to thermal and physical strain during flashover training in Croatian firefighters. *Applied Ergonomics* doi:10.1016/j.apergo.2013.07.011.
- Ljubicic Calusic A, Marin M, Veda Marija V, Branko P, Jelena M, Nevenka K, Vrdoljak Ana L, Davor Z (2012) Biomarkers of mild hyperthermia related to flashover training in firefighters. *Journal of Thermal Biology* 37: 548–555.
- Márquez EJ, Chung C-h, Marches R, Rossi RJ, Nehar-Belaid D, Eroglu A, Mellert DJ, Kuchel GA, Banchereau J, Ucar D (2020) Sexual-dimorphism in human immune system aging. *Nature Communications* 11: 751.
- Renberg J, Lignier MJ, Wiggen ØN, Færevik H, Helgerud J, Sandsund M (2022) Heat tolerance during uncompensable heat stress in men and women wearing firefighter personal protective equipment. *Applied Ergonomics* 101: 103702.
- Simpson RJ, Lowder TW, Spielmann G, Bigley AB, LaVoy EC, Kunz H (2012) Exercise and the aging immune system. *Ageing Research Reviews* 11: 404–420.
- Smolander J, Blair SN, Kohl HWI (2000) Work Ability, Physical Activity, and Cardiorespiratory Fitness: 2-year Results From Project Active. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 42: 906–910.
- Walker A, Keene T, Argus C, Driller M, Guy JH, Rattray B (2015) Immune and inflammatory responses of Australian firefighters after repeated exposures to the heat. *Ergonomics* 58: 2032–2039.
- Walker A, Wright-Beatty HE, Zanetti S, Rattray B (2017) Improving Body Composition May Reduce the Immune and Inflammatory Responses of Firefighters Working in the Heat. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 59: 377–383.
- Watt PW, Willmott A, Maxwell NS, Smeeton NJ, Watt E, Richardson AJ (2016) Physiological and psychological responses in fire instructors to heat exposures. *Journal of Thermal Biology* 58: 106–114.
- Wolkow A, Ferguson SA, Vincent GE, Larsen B, Aisbett B, Main LC (2015) The Impact of Sleep Restriction and Simulated Physical Firefighting Work on Acute Inflammatory Stress Responses. *PLOS ONE* 10:e0138128.
- Wright-Beatty HE, McLellan TM, Larose J, Sigal RJ, Boulay P, Kenny GP (2014) Inflammatory responses of older Firefighters to intermittent exercise in the heat. *Eur J Appl Physiol* 114: 1163–1174.



Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Nachhaltig Arbeiten und Lernen

**Analyse und Gestaltung lernförderlicher
und nachhaltiger Arbeitssysteme
und Arbeits- und Lernprozesse**

69. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

01. – 03. März 2023

GfA-Press

Bericht zum 69. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 01. – 03. März 2023

**Fakultät Maschinenbau, Institut für Berufswissenschaften der Metalltechnik (IBM) und
Institut für Fabrikanlagen und Logistik (IFA), Leibniz Universität Hannover**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Sankt Augustin: GfA-Press, 2023
ISBN 978-3-936804-32-4

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

© 2023 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de