

# Physiologische Wirkungen von Nadelpistolen auf das Hand-Arm-System

St. Baumgartner, H. Krueger

Institut für Hygiene & Arbeitsphysiologie, ETH Zürich, 8092 Zürich

## Einführung

Nadelpistolen werden zur Reinigung von Metallflächen eingesetzt. Sie wirken dadurch, dass ein druckluftgetriebener Bolzen mit einer Frequenz von ca. 50 Hz zum Schwingen gebracht wird. Dieser beschleunigt etwa 25 Nadeln, die auf ein Werkstück aufprallen. Dabei entstehen von Stössen mit unregelmässiger Amplitude überlagerte Vibrationen, die über den Griff auf Hand und Arm übertragen werden.

Für die Beurteilung der Vibrationseinwirkung gibt es verschiedene Ansatzpunkte. Einmal kann technisch, physikalisch die Beschleunigung in Abhängigkeit von der Frequenz gemessen werden. Falls die Einwirkungsrichtung festliegt, kann aus Kurven gleicher Schwingungsempfindung ein Anhaltspunkt für die Grenzbelastung gewonnen werden [5]. Probleme ergeben sich dadurch, dass

1. die Einwirkungsrichtung und die Vibrationsübertragung durch die Art des Greifens und die Andruckkraft verändert sein können,
2. der Bezugspunkt eine Empfindung ist und nicht mit der Schädigung korrelieren muss,
3. eine besonders gefährdende Stosshaltigkeit nicht zum Ausdruck kommt.



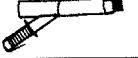
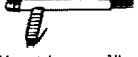
Vor allem auch in versicherungsrechtlicher Hinsicht ist eine Aussage von Bedeutung, wie gross das Risiko ist, bei bestimmter, bekannter Vibrationsexposition einen Schaden zu erleiden. Hinweise geben systematisch ausgewertete epidemiologische Studien [1].

Da keine retrospektiven Untersuchungen über Auswirkungen von Nadelpistolen vorliegen, müssen die physikalischen durch ergonomische Messungen ergänzt werden, welche die akuten physiologischen Vibrationseinwirkungen erfassen.

## Methode

In einer Pilotstudie wurden vier Nadelpistolen verschiedener Bauart (Tab. 1) bezüglich physiologischer Wirkungen untersucht. Die Probanden waren vier Männer (mittleres Alter 29 J.), alle Nichtraucher, bei denen es keinen Hinweis auf bestehende Vibrationsschäden oder andere Durchblutungsstörungen der Finger gab.

Tab. 1: Geprüfte Nadelpistolen

Typ	Gewicht (g)	relative Vibration am Zylinder *	Handgelenk **
	3.070	100	100
	3.850	60	97
	3.940	75	103
 vibrationsgedämpft	3.220	37	67

\*nach Messungen der EMPA    \*\*Aktivitätsaufnehmer(ZAK)

Die gleiche Versuchsperson arbeitete an einem Tag mit allen Geräten je 35 Minuten lang und reinigte mit jeder Nadelpistole eine Testfläche von ca. 1 m<sup>2</sup>. Zwischen den Arbeiten gab es eine Pause von mindestens einer Stunde. Um positionsbedingte Ermüdungsercheinungen auszugleichen, war die Reihenfolge der Maschinen jeden Tag verschieden. Da als gesichert angesehen werden kann, dass Kälte (Raumtemp. = 17-20°C) und Lärm mitwirkende Belastungsfaktoren darstellen, wurde mit Handschuhen und Gehörschutz gearbeitet. Diese persönlichen Schutzmassnahmen wurden zur Kontrolle der Wirkung je 5 Minuten entfernt. Als physiologische Parameter wurden Herzfrequenz aus dem EKG, Hauttemperatur an der rechten Kleinfingerspitze und Elektromyogramm des m.flexor carpi ulnaris mit einem rechnergestützten Registriersystem (ZAK) gemessen. Als neurologische Funktionen wurden vor und nach der Arbeit am rechten Arm Dehnungsreflexzeit des m.biceps brachii, Berührungssensibilität und 2-Punkte-Diskrimination an Fingerspitzen und Thenar gemessen. Die subjektive Empfindung nach der Arbeit wurde mit skalierten Fragen erfasst.

## Ergebnisse und Diskussion

### Physiologische Parameter

**-Herzfrequenz:** Ein Vergleich der Arbeitspulse zeigte, dass die drei herkömmlichen Modelle im Bereich der empfohlene Dauerleistungsgrenze liegen (35 S/min), die vibrationsgedämpfte Maschine signifikant darunter (25 S/min).

Ein Weglassen des Gehörschutzes wirkte sich bei allen Nadelpistolen in einem deutlichen zusätzlichen Anstieg der Arbeitspulse von durchschnittlich 15 Schlägen pro Minute aus.

**-Fingerspitzentemperatur:** Wegen grosser Schwankungen während der Arbeit konnte nur die Veränderung der Hauttemperatur unmittelbar danach verglichen werden. Die herkömmlichen Modelle bewirkten eine Zunahme um 3-4, die vibrationsgedämpfte Maschine nur um 2°C. Einer solchen Erwärmung, die mit der Durchblutung zusammenhängt [4], können verschiedene Ursachen zugrunde liegen. Einmal kann es unter der Arbeit entsprechend dem Druck beim Festhalten der Geräte und einer eventuellen akuten Vibrationswirkung [2] zu einer Ischämie der Finger und einer daraus resultierenden Abkühlung und anschliessenden reaktiven Hyperämie kommen. Auch kann die durch Arbeit erwärmte Muskulatur das in die Finger strömende Blut erwärmen.

Aufgrund der Ergebnisse ist eine Unterscheidung nicht möglich, unabhängig davon ist die kleinste Änderung der Temperatur bei der gedämpften Maschine positiv zu werten.

**-Muskelbeanspruchung:** Zwischen der Greifkraft und der elektrischen Aktivität des m.flexor carpi ulnaris besteht ein linearer Zusammenhang [3]. Die Arbeit mit der vibrationsgedämpften Maschine Nr.4 erforderte 80% der Greifkraft von Maschine Nr.1, obwohl letztere fast 10% leichter war (Abb.1).

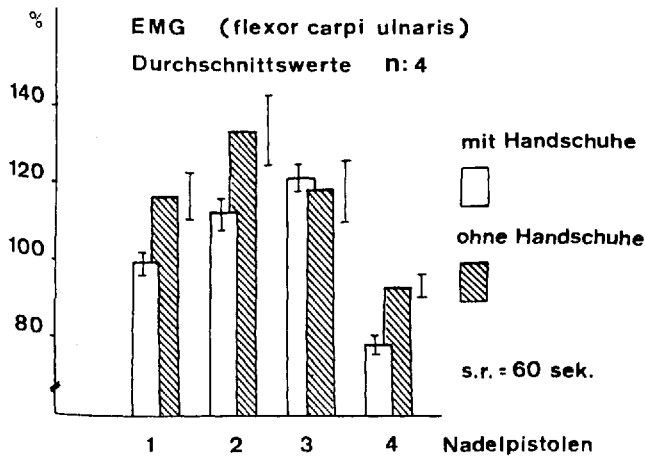


Abb. 1 normierte integrale Muskelaktivität

Bei der Arbeit ohne Handschuhe zeigte sich tendenziell ein Anstieg der Greifkraft, doch erreichte die dämpfende Wirkung des Handschuhs nicht das Ausmass der vibrationsgedämpften Maschine Nr. 4.

Neurologische Parameter

**-Bicepssehnenreflexzeit:** Sie nahm nach allen Arbeitsversuchen zu, ein Hinweis auf eine starke Ermüdung des Beugemuskels durch Vibrationswirkung und Haltearbeit (Abb. 2).

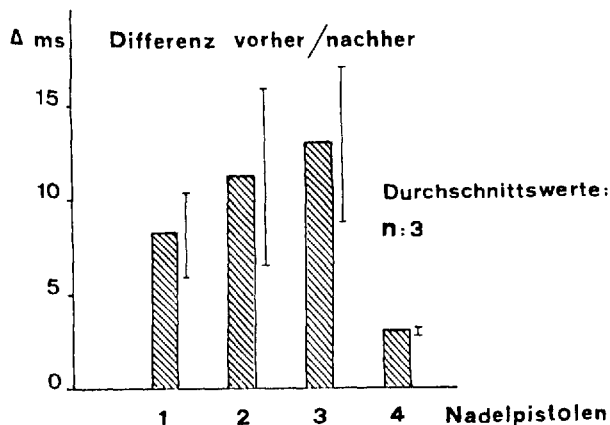


Abb. 2 Zunahme der Bicepssehnenreflexzeit nach der Arbeit (in Millisekunden)

**-Sensibilitätsteste:** In allen Fällen zeigte sich eine Abnahme der Empfindlichkeit des Tastsinns. Nach der Arbeit mit der gedämpften Maschine aber waren die Veränderungen um durchschnittlich 50% geringer.

Subjektive Beurteilung

Bei den herkömmlichen Nadelpistolen gaben die Probanden nach der Arbeit ein sehr starkes "Kribbeln" in den Finger und ein starkes Spannungsgefühl im Unterarm bis Schmerzen im ganzen Arm an, bei der Palpation verspürten 3 Versuchspersonen leichte bis starke Druckempfindlichkeit in der Ellbogengelenksgegend, jedoch nicht im Handgelenk.

Nach der Arbeit mit der vibrationsgedämpften Maschine spürten die Probanden nur ein leichtes Kribbeln in der Hand und ein Ziehen im Unterarm.

Alle Angaben waren rechts stärker als links.

Schlussfolgerungen

Da keine gesicherten Standardwerte für schädigende Wirkungen von Vibrationen und Stoss-haltigkeit existieren, sondern allenfalls auf Empfindungen der Schwingstärke ausgerichtete Werte, werden vergleichende Urteile abgegeben. Alle Parameter zeigen eindeutig geringere Einwirkungen einer vibrationsgedämpften Nadelpistole (Schutz vor unregelmässigen Schlägen) auch bei einer Gewichtszunahme von 10 Prozent gegenüber einer vergleichbaren ungedämpften Maschine.

Von drei herkömmlichen Nadelpistolen schneidet die leichteste tendenziell besser ab. Solange die Effektivität von sogenannten Vibrationsschutzhandschuhen nicht eindeutig nachgewiesen ist, werden weniger behindernde Kälteschutzhandschuhe empfohlen, die auch einen Dämpfungseffekt haben.

Wie von den akuten, d.h. unmittelbar unter der Vibrationsbelastung feststellbaren Wirkungen auf chronische Veränderungen bei langjähriger beruflicher Exposition gefolgert werden kann und welche Erkrankungswahrscheinlichkeit bei bestimmter Expositionszeit vorliegt, müssen epidemiologische Studien zeigen.

Résumé

Effets physiologiques de 4 pistolets à aiguilles.

On a examiné des effets physiologiques (n=4) de 4 pistolets à aiguilles de construction différente ; en outre, des données subjectives ont été saisies au moyen d'un questionnaire.

Comme il n'existe pas de valeurs standards assurées sur le degré nocif des vibrations et des chocs, on compare les résultats des différents appareils.

Tous les paramètres ont montré une diminution importante de l'effet des vibrations dans un appareil muni d'amortisseur.

Summary

Physiological effects and sensations of four air actuated needle-pistols of different constructions on the hand-arm-system were explored (n=4). As no reliable standards of injurious effects are known, only comparative conclusions can be drawn. All parameters showed a significant diminution of vibration effects when using a machine constructed with a shock absorber.

Literatur

- [1] BRAMMER, A.J.: Methode for predicting the development of vibration induced white finger, 10th Int. Congr. Acoust. Sydney (1980)
- [2] DUPUIS, H. und A. Weichenrieder: Beeinflussung der peripheren Hautdurchblutung durch mechanische Schwingungen und Lärm, Ber. 17. Jahrestagung d. Dtsch. Gesellschaft f. Arbeitsmedizin e. V. Kiel, Gentner Stuttgart, 159-168 (1977)
- [3] HELD, G.: Elektromyographische Untersuchungen an der oberen Extremität bei statischer Belastung und Schwingungsbelastung, Z. Arb. wiss. 34/3, 185-188 (1980)
- [4] SCHWARZLOSE, H.: Zur Beanspruchung des Menschen durch Hand-Arm-Vibrationen bei verschiedenen Umgebungstemperaturen, Fortschr.-Ber. VDI-Z. Reihe 11 Nr. 55, 121-140 (1983)
- [5] VDI 2057: Beurteilung der Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen Blatt 3: Schwingungsbeanspruchung des Menschen, Entw. (1979).