

Zbl Arbeitsmed 2022 · 72:140–146

<https://doi.org/10.1007/s40664-022-00464-y>

Eingegangen: 11. Januar 2022

Überarbeitet: 4. April 2022

Angenommen: 5. April 2022

Online publiziert: 29. April 2022

© Der/die Autor(en) 2022



F. Holzgreve · T. Weis · I. Grams · U. Germann · E. M. Wanke

Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Goethe-Universität Frankfurt, Frankfurt am Main, Deutschland

Prävalenz von Muskel-Skelett-Erkrankungen in der Zahnmedizin

Konsequenzen und ergonomische Maßnahmen

Hintergrund

Die Prävalenz von muskuloskeletalen Erkrankungen (MSE) unter Zahnärzt/innen (ZA) und zahnmedizinischen Fachangestellten (ZFA) wurde in zahlreichen internationalen Studien anhand von Fragebögen untersucht [1–3, 33, 42–45, 47, 51, 61, 66, 72, 77, 78, 87, 93], beispielsweise in Tschechien [33], Australien [45] oder Serbien [72].

Diese Studien zeigen weltweit eine hohe Prävalenz, die Lietz et al. [47] in einer systematischen Übersichtsarbeit samt Metaanalyse von 41 Studien zusammengefasst haben. Die 12-Monats-Prävalenz für MSE lag danach je nach Körperregion zwischen 60,8 und 96,9%, die Punktprävalenz zwischen 48,1 und 91,8%. Hayes et al. [32] ermittelten in ihrem Review eine ähnliche Prävalenz der Schmerzen im Muskel-Skelett-System zwischen 64 und 93%. Dabei waren der Nacken, gefolgt vom Rücken und den Schultern die drei am meisten betroffenen Körperregionen. Die 12-Monats-Prävalenz lag für den Nacken zwischen 29,1 und 84,8%, für den Rücken zwischen 26,7 und 57,1%, wobei sie für den unteren Rücken mit 28,5 und 74,9% höher ausfiel. Bei den Schultern lag die 12-Monats-Prävalenz zwischen 6,1 und 69,6%. Die 7-Tages-Prävalenz in der Nackenregion betrug zwischen 19,7 und 75%, im unteren Rücken zwischen 21 und 28,5%, in der Schulterregion zwischen 16,7 und 28,9%. Die Metaanalyse

ergab konsistente Resultate über alle Prävalenzperioden hinweg außer für die Punktprävalenz. Ebenfalls oft auf MSE-Prävalenz analysierte betroffene Körperregionen für eine 12-Monats-Prävalenz waren Hände/Handgelenke (zwischen 16,7 und 66,9% der Probanden), Ellenbogen (zwischen 5,5 und 29,1%), Arme (zwischen 6,3 und 53,3%), Hüften (zwischen 11,1 und 39,7%), Knie (zwischen 10,3 und 37,3%), Beine (zwischen 3,1 und 35,1%) und Füße/Sprunggelenke (zwischen 10 und 17,6%; [47]). Morse [51] analysierte in einer systematischen Übersichtsarbeit die Prävalenz für MSE der Nacken- und Schulterregion getrennt nach ZA, ZFA und Zahnmedizinistudierenden. Die 12-Monats-Prävalenz der Nackenregion lag bei ZA zwischen 17 und 73% und bei ZFA zwischen 38 und 83%. In der Schulterregion betrug die 12-Monats-Prävalenz für ZA zwischen 20 und 65%, für ZFA zwischen 27 und 76%, bei Studierenden lag sie in der Nackenregion zwischen 29 und 42% und für die Schulterregion zwischen 1,7 und 20% [51, 87].

Bereits unter US-amerikanischen Zahnmedizinistudierenden haben von 590 Probanden (78% < 29 Jahre) 61% muskuloskeletale Beschwerden oder Schmerzen mit ihrer Arbeit in der Zahnklinik assoziiert [87]. Die am meisten betroffenen Körperregionen waren der Nacken mit 48%, der Rücken mit 44%, die Schultern mit 31% und die

Hände mit 20% unter allen Probanden mit Beschwerden.

Die vorliegenden Daten für Deutschland stimmen mit den internationalen Angaben überein: Die Befragung von 540 ZA und Zahnmedizinistudierenden ergab eine Lebenszeitprävalenz von 98,8%, eine 12-Monats-Prävalenz von 92% und eine 7-Tages-Prävalenz von 65,6% [66]. Zu den am häufigsten betroffenen Körperregionen gehörten der Nacken (78,4%; 70,9%; 42,7%), die Schultern (66,2%; 55,6%; 29,8%) und der untere Rücken (58,7%; 45,8%; 22,9%). Insgesamt gaben die weiblichen Teilnehmenden an, deutlich häufiger unter Schmerzen zu leiden als die männlichen, insbesondere im Nacken, in den Schultern und im oberen Rücken. Von den 406 befragten ZFA gaben 98,5% an, zumindest in einer Körperregion Beschwerden gehabt zu haben, 97,5% gaben zumindest eine Beschwerde in den vorangegangenen 12 Monaten und 86,9% in den vorangegangenen 7 Tagen an. Insgesamt war der Nacken die am häufigsten betroffene Region, gefolgt von Schultern und dem oberen und dem unteren Rücken [61].

Konsequenzen und Ursachen von Muskel-Skelett-Erkrankungen in der Zahnmedizin

Die hohe Prävalenz von MSE unter ZA und ZFA kann der Grund sein, warum Tätigkeiten in diesem Arbeitsfeld häufig nur unter Schmerzen ausgeführt werden

können [40, 78, 79, 83] oder der Beruf gar nicht mehr ausgeübt werden kann [8, 9]. Brown [8] untersuchte 189 Fälle von krankheitsbedingtem Ruhestand bei ZA, von denen 55% MSE als Ursache ihres vorzeitigen Ruhestands angaben. Von den Teilnehmenden sagten 90%, dass ihre schlechte Gesundheit arbeitsbedingt sei [8]. Eine Studie [79] mit israelischen ZA untersuchte den Zusammenhang zwischen MSE und der Arbeitshaltung. Die 12-Monats-Prävalenz für MSE im unteren Rücken und im Nacken lag bei 55% bzw. 38,3%. Dabei wurde eine signifikante Korrelation zwischen der im Sitzen verbrachten Arbeitszeit und der Ausprägung von Rückenbeschwerden festgestellt. Zudem gaben 8% der Teilnehmenden an, ihre Arbeit aufgrund der Beschwerden nicht normal durchführen zu können [79]. In einer kanadischen Studie [83], die die ergonomischen Risikofaktoren in der klinischen Zahnmedizin untersuchte, gaben von 421 ZA 19% an, aufgrund muskuloskeletaler Beschwerden nur eingeschränkt Freizeitaktivitäten ausführen zu können. Wiederrum 14% gaben an, Aktivitäten im eigenen Haushalt nur eingeschränkt ausführen zu können [83].

Die Arbeitsbelastung in Form von Arbeitsstunden und der Anzahl behandelter Patient/innen hat einen signifikanten Einfluss auf die MSE-Prävalenz [26, 32, 33, 47, 51, 74, 78, 94, 95]. Von 5120 befragten ZA und ZFA der United States Army gab ein Großteil an, ungefähr 40h pro Woche zu arbeiten und 31 bis 50 Patient/innen zu behandeln [43]. 406 Deutsche ZFA gaben im Durchschnitt an, pro Woche 38,5h zu arbeiten, 30 davon an Patient/innen [61]. Eine schwedische Studie [74], die den Zusammenhang zwischen Arbeitsbedingungen und arbeitsbedingter Krankschreibung untersuchte, stellte fest, dass ZFA mit MSE pro Tag mehr Patient/innen behandelten und mehr Arbeitsstunden absolvierten als ZFA ohne MSE [74]. Dabei korreliert die Arbeitszeit am Patienten ebenfalls positiv mit der MSE-Prävalenz [94]. Zarra et al. [95] untersuchten in einer griechischen Studie den Zusammenhang zwischen der Anzahl behandelter Patienten und dem Risiko für muskuloskeletale Beschwerden. Dabei stellten sie fest, dass ZA und ZFA,

die 6 bis 8 Patient/innen pro Tag behandelten, ein um den Faktor 3,52 höheres Risiko hatten als die Vergleichsgruppe mit weniger als 6 Patient/innen pro Tag. Zum gleichen Resultat gelangte Hodačova [33] in einer tschechischen Studie über ZA und ZFA, die 20 Patient/innen pro Tag behandelten.

Ergonomische Maßnahmen in der Zahnmedizin

Allgemein wird es als Aufgabe der Ergonomie angesehen, die beruflichen Tätigkeiten an die Beschäftigten anzupassen [11, 50]. Laut der European Society of Dental Ergonomics [23] ist die Ergonomie in der Zahnmedizin definiert als Adaption des Arbeitsumfelds sowie der Arbeitsmethoden an ZA und das Team unter Berücksichtigung ihrer physischen und psychologischen Kapazitäten bezüglich einer gesunden, sicheren und komfortablen Funktion im Beruf. In der Zahnmedizin hat die Ergonomie somit die primäre Aufgabe, präventiv muskuloskeletalen Beschwerden entgegenzuwirken [52], da die Prävention von MSE einfacher ist als deren Behandlung und auch behandelte MSE bei ähnlichen Arbeitsmustern wieder auftreten können [4, 89, 93].

In der Zahnmedizin gibt es, was die optimale Arbeitshaltung und das davon abgeleitete Design von Behandlungsumfeld und Instrumenten angeht, keine wissenschaftlich einheitliche Linie [50]. Definierte ergonomische Standards wie EN (Europäische Industrie Norm) 1005-04 [18] und ISO (International Organization for Standardisation) 11226 [39] bzw. ISO 6385 [38] können auch in der Zahnmedizin angewendet werden. Meist abgeleitet von diesen ergonomischen Standards gibt es Vorschläge für eine optimale Arbeitshaltung, allerdings ohne zugrundeliegende experimentelle Daten aus der Zahnmedizin [54, 84, 89, 90]. Im Folgenden wird eine, in Übereinstimmung mit diversen Autor/innen [11, 12, 29, 54, 75, 84, 88–90, 92], ergonomisch optimale Arbeitshaltung für ZA und ZFA beschrieben: Der Oberkörper sollte, falls notwendig, vom Hüftgelenk aus maximal 10 bis 20° vorgebeugt sein [75]. Grundsätzlich wird angenommen, dass das Ver-

letzungsrisiko umso größer ist, je stärker die Gelenkstellung von derjenigen in entspannter Körperhaltung abweicht [92]. Eine Lateralflexion des Oberkörpers und des Kopfes sollten vermieden sowie der Kopf maximal 20° vorgebeugt werden. Nach Einnahme der Arbeitshaltung sollte der Abstand zwischen den Augen des/r Behandlers/in und dem Patientenmund als Arbeitsfeld zwischen 35 und 45 cm betragen. Die Arme sollten am Oberkörper liegen, um Belastungen der Schultermuskulatur so weit wie möglich zu minimieren, mit zum Boden parallel ausgerichteten Schultern. Die Oberarme sollten bei Abduktionsbewegungen maximal 15 bis 20° und bei Anteversionsbewegungen maximal 25° betragen. Die Unterarme sollten parallel zum Boden gehalten werden, dabei sollte die Ellenbogenflexion zwischen 70 und 100° liegen. Die Handgelenke sollten idealerweise entspannt gehalten werden, mit einer maximalen Flexion/Extension von 15°. Eine Rotationsstellung sollte vermieden werden. Der Winkel im Hüftgelenk sollte über 90° betragen, um eine Rotation des Beckens zu vermeiden, und zwischen 105 und 125° liegen. Die Kniestellung sollte weitestgehend geöffnet sein, bei einem Kniewinkel von ungefähr 110°, und beide Füße sollten sicher abgestützt sein [11, 12, 29, 54, 75, 84, 88, 90]. Solche Körperpositionen können im Rahmen kinematischer Analysen systematisch analysiert werden [6, 28, 31, 48, 53, 56–58, 64, 68].

Das Einnehmen und Einhalten dieser idealen ergonomischen Arbeitshaltung durch ZA und ZFA wird auf unterschiedlichen Wegen zu erreichen versucht. Grundsätzlich werden verhaltenspräventive und verhältnispräventive Maßnahmen unterschieden. Diese setzen entweder am individuellen Verhalten (verhaltenspräventiv) oder an den Arbeitsverhältnissen (verhältnispräventiv) an.

Verhaltenspräventive Maßnahmen sind z. B. im Laufe der Ausbildung stattfindende oder postgraduale Ergonomieschulungen und -lehrveranstaltungen. Den Teilnehmenden werden hierbei Arbeitstechniken und Arbeitshilfen vermittelt, die ihnen ein ergonomisches Arbeiten ermöglichen sollen. Das Lehrprogramm und die Gewichtung der

einzelnen Themenfelder entsprechen der Lehrmeinung des Unterrichtenden. Grundsätzlich werden die Teilnehmenden darin geschult, wie sie ihre Ausrüstung am besten nutzen. Ihnen wird beigebracht, ihre Behandlungsstühle adäquat einzustellen und zu modifizieren, um eine optimale Körperhaltung und Unterstützung der Haltemuskulatur zu erzielen. Des Weiteren werden sie geschult, wie sie sich in Relation zu Patient/innen positionieren und wie der Patientenstuhl sowie die Arbeitsleuchte eingestellt werden müssen, um eine ergonomische Arbeitsweise mit maximaler Einsicht und Zugänglichkeit ins Arbeitsfeld zu ermöglichen. Auch das optimale Lagern der Patient/innen auf dem Stuhl wird vermittelt [13, 54, 84, 90]. Zudem wird beschrieben, z. B. erstmals von Dr. Daryl Beach mit seinem Behandlungskonzept der „propriozeptiven Derivation“ [5, 13, 90] und später von Valachi [90], wie Techniken der Selbstwahrnehmung den Betroffenen helfen sollen, eine ungesunde Arbeitshaltung frühzeitig zu erkennen und zu korrigieren.

Dabei herrscht keine Einigkeit darüber, wie oft sie ihre Haltung während der Behandlung verändern sollen. Während einige Universitäten und Lehrprogramme die These einer einzigen Grundhaltung („home position“) vertreten, wird andererseits die Notwendigkeit multipler Grundhaltungen propagiert mit dem Ziel, möglichst viele Muskelgruppen zu aktivieren, um die Arbeitsbelastung zu verteilen [10, 30, 46, 90]. Auch Techniken der Zusammenarbeit zwischen ZA und ZFA wie das vierhändige Arbeiten sind Teil der Ergonomielehre [25]. Obwohl der Großteil dieser verhaltenspräventiven Maßnahmen bereits lange bekannt ist, gibt es bis jetzt nur verhältnismäßig wenige Studien, die eine Reduktion der MSE-Prävalenz und Verbesserung der Arbeitshaltung in der Zahnmedizin feststellten [13, 17, 20, 24, 83, 93]. Insbesondere der Mangel an klinischen Studien, die die Effektivität von Ergonomietraining und -schulungen in der Zahnmedizin untersuchen, verdeutlicht diesen Mangel.

Zu den verhältnispräventiven Maßnahmen zählen ergonomische Ausrüs-

Zbl Arbeitsmed 2022 · 72:140–146 <https://doi.org/10.1007/s40664-022-00464-y>
© Der/die Autor(en) 2022

F. Holzgreve · T. Weis · I. Grams · U. Germann · E. M. Wanke

Prävalenz von Muskel-Skelett-Erkrankungen in der Zahnmedizin. Konsequenzen und ergonomische Maßnahmen

Zusammenfassung

Die traditionellen Behandlungspositionen der Zahnärzt/innen hinter, neben und vor dem/r Patient/innen führen zur asymmetrischen Neigung und Verdrehung des Kopfes sowie des Rumpfes. Die Folge können Fehlhaltungen sein, die Muskel-Skelett-Erkrankungen verursachen. Das erklärt wahrscheinlich die hohe Prävalenz bei Zahnärzt/innen und zahnmedizinischen Fachangestellten. Daher werden in dieser Übersicht mögliche Ursachen und Konsequenzen der Prävalenz

sowie ergonomische Maßnahmen für diese Berufsgruppen aufgeführt. Zudem erläutern wir ergonomische Empfehlungen für die Sitzhaltung von Zahnärzt/innen auf Basis der vorhandenen Literatur.

Schlüsselwörter

Zahnärzte · Zahnmedizinische Fachangestellte · Körperhaltung · Sitzhaltung · Behandlungsposition

Prevalence of musculoskeletal disorders in dentistry. Consequences and ergonomic measures

Abstract

The traditional treatment positions of dentists behind, beside and in front of the patient lead to asymmetrical inclination and twisting of the head and torso. This can result in poor posture, which results in musculoskeletal disorders. This probably explains the high prevalence in dentists and dental assistants. Therefore, this overview lists possible causes and consequences of the

prevalence, including ergonomic measures for these occupational groups. Ergonomic recommendations for the sitting posture of dentists are also explained based on the existing literature.

Keywords

Dentists · Dental assistants · Body posture · Sitting posture · Treatment position

tung und Arbeitsplatzgestaltung, die eine gesunde Arbeitshaltung und gleichzeitig maximale Zugänglichkeit und Sicht ermöglichen sowie die Arbeitsbelastung verringern. Die „Occupational Safety and Health Administration“ (OSHA) beschreibt technische und designtechnische Verbesserungen des Arbeitsplatzes als das schnellste und effektivste Mittel gegen ergonomische Gefährdungen [70]. Dabei ermöglicht z. B. die Verwendung von Lupenbrillen und OP-Mikroskopen den Behandler/innen eine verbesserte Ausleuchtung sowie detailreichere Darstellung des Arbeitsfelds ohne die Notwendigkeit, den Behandler/innen-Patient/innen-Abstand zu verringern durch Vorbeugen oder Rotieren [7, 14, 15, 76]. Der ISO-Standard 6385 beschreibt die ergonomischen Prinzipien für das Design von Arbeitssystemen, auf dessen Grundlage die Gestaltung der Ausrüstung erfolgen sollte [38]. Korrekt

gestaltete Behandlerstühle ermöglichen dem Becken, eine neutrale Position einzunehmen und verringern dadurch eine Überbelastung der Wirbelsäule. Studien [15, 76, 79, 89, 90] zeigen, dass z. B. die Verwendung von Sattelstühlen den Behandler/innen ein schmerzfreies, ergonomisches Arbeiten ermöglicht. Beim Instrumentendesign wurde, z. B. im Fall von Küretten, gezeigt, dass leichtere Instrumente mit einem größeren Durchmesser die muskuläre Belastung der Hand verringern können. Das Resultat sind eine geringere Schmerzprävalenz der betroffenen Hand-, Unterarm- und Schulterregionen sowie ein erhöhter Behandlungskomfort für Behandler/innen [19, 81, 86]. Die hier exemplarisch angeführten ergonomischen Anpassungen stellen dabei nur einen Bruchteil der verfügbaren Möglichkeiten in der heutigen Zahnmedizin dar.

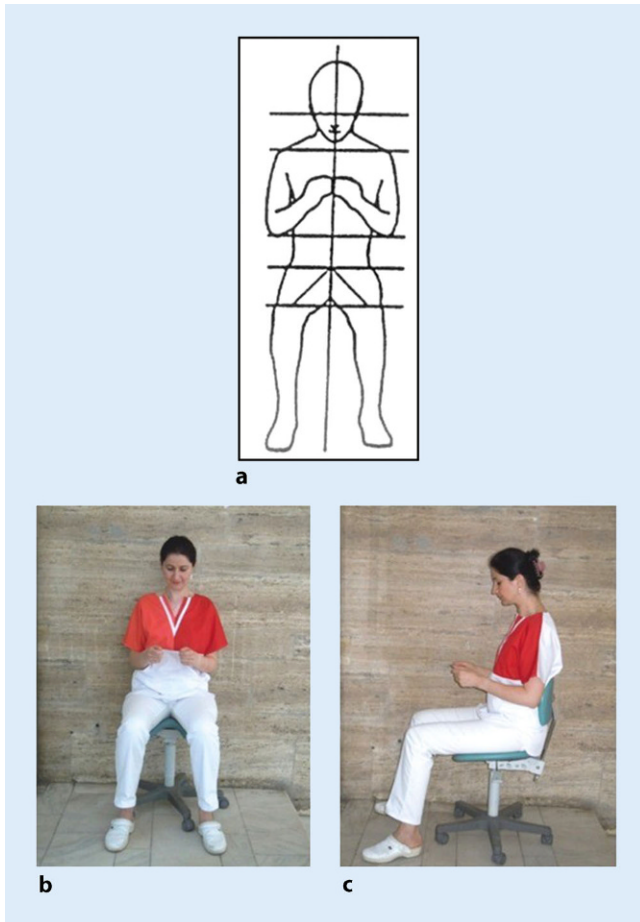


Abb. 1 ◀ Die ausgeglichene Sitzhaltung nach Pirvu et al. [75]. Ausbalancierte Körperhaltung aus frontaler (a, b) und sagittaler (c) Ansicht

Außer Ergonomieschulungen und ergonomischer Ausstattung werden des Weiteren auch die Vorteile regelmäßiger Entlastungspausen sowie regelmäßigen Stretchings beschrieben [27, 34–36, 43, 49, 90]. Diese dienen als direkte Ausgleichübungen der Prävention von MSE, wobei verschiedene Übungen vorgestellt werden, die während oder zwischen den Behandlungen von ZA und ZFA ausgeführt werden können [17, 41, 90]. Lehto [46] beschrieb bereits 1991 den Zusammenhang zwischen besserer genereller physischer Fitness und erhöhter muskuloskeletaler Gesundheit. In einer systematischen Übersichtsarbeit [16] zum Thema „ergonomische Risiken und präventive Maßnahmen in der Zahnmedizin“ wurden 29 relevante Studien untersucht. Als zentrale Präventivmaßnahme wurde modernes ergonomisches Instrumentarium in 61,5% der Studien angeführt, gefolgt von Dehnübungen in 53,8%, einem gesunden Lebensstil, einer korrekten ergonomischen Arbeits-

haltung in 46% und kurzen Entlastungspausen sowie adäquate Arbeitsplatzausstattung bezüglich Beleuchtung und Lupenbrillen in 30,8% der Studien. Weniger Beachtung findet der Wechsel zwischen sitzender und stehender Arbeitshaltung sowie die Unterstützung durch eine Assistenzkraft [16]. Körperliche Aktivität und eine neutrale und ausgeglichene Haltung sind als wichtige präventive Maßnahmen weitgehend anerkannt. Trotzdem finden sich in der zahnmedizinischen Literatur [73, 91] nur wenige Studien, die beschreiben, welche Art von physischem Training zur Prävention von MSE geeignet ist.

Die meisten Informationen über eine gesunde und ergonomische Arbeitshaltung und die sich daraus abzuleitenden Paradigmen der Ergonomie gibt es bereits seit über 20 Jahren [11, 12, 54, 75, 88]. Trotz der gut belegten technischen, gestalterischen und organisatorischen Fortschritte in der Ergonomie ist die Prävalenz muskuloskeletaler Be-

schwerden und Erkrankungen nach wie vor in der zahnmedizinischen Berufsgruppe sehr hoch. Das legt nahe, dass die Tätigkeiten von ZA und ZFA verhältnispräventive ergonomische Interventionen nur eingeschränkt zulassen [26, 73]. Außerdem wird eine wissenschaftliche Lücke hinsichtlich der Effektivität verhaltenspräventiver Maßnahmen, insbesondere der Stellenwert körperlicher Fitness, in der Zahnmedizin deutlich. Daher sollte zukünftig versucht werden mit verhaltens- und verhältnispräventiven Maßnahmen, eine symmetrische Körperhaltung zu erreichen, die den zahnärztlichen Arbeitsbedingungen entgegenwirkt [21, 22, 37, 55, 59, 60, 62, 63, 65, 67, 69, 71].

Empfehlungen für eine ergonomische zahnärztliche Sitzhaltung

Für eine ergonomische zahnärztliche Sitzhaltung empfiehlt die Fédération Dentaire Internationale (FDI) und die Europäische Gesellschaft für Zahnärztliche Ergonomie (EGZE), dass die Schultern entspannt und gerade gehalten werden sollen. Für den Rumpf wird eine aufrechte, nicht tordierte Haltung ohne Seitwärtsinklination empfohlen. Die Arme sollen locker und dicht am Körper hängen. Dabei kann der Winkel zwischen Oberarm und Unterarm je nach Art der Bewegung variieren. Die arbeitenden Finger und Hände sind abgestützt und die Handgelenke entspannt. Eine korrekte Augen-Objekt-Entfernung soll beibehalten werden, und das Behandlungsfeld stimmt idealerweise mit der vertikalen Medianebene überein. Beide Füße stehen flach auf dem Boden, und alle Instrumente, die für eine Behandlung benötigt werden, liegen in bequemer Reichweite von ZA oder ZFA [80]. Pirvu et al. [75] empfahlen 2013 die nach „ISO Standard 11226 Ergonomics – Evaluations of static operating postures“ definierte Ausgangstellung (▣ Abb. 1). Sie gilt als Referenzpunkt für die korrekte Arbeitshaltung von ZA. Soweit es in der Praxis möglich ist, sollten ZA diese ausgeglichene Haltung möglichst häufig im Arbeitsalltag einnehmen [75]. Diese sitzende Körperposition wird als neutral, ungezwungen, symmetrisch

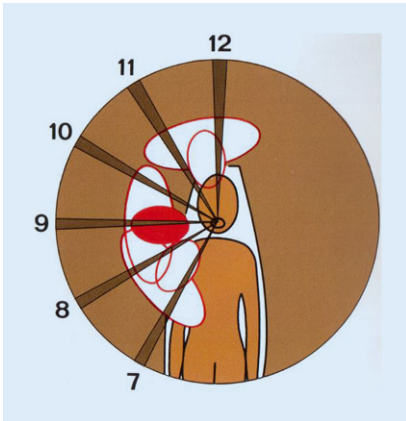


Abb. 2 ▲ Das Uhrzeigersystem einer 7- bis 12-Uhr-Stellung. (Aus Schön [85])

und stabilisierend für alle Gelenke und Körpersegmente angesehen.

Zusammenfassend ergibt sich folgende Anleitung für eine ausgeglichene oder neutrale Haltung:

- Gerade Rückenhaltung unter Einhaltung der Körpersymmetrie
- Vermeidung einer C-förmigen Krümmung des Rückens
- Ventrale Inklination des Rumpfs von max. 20°, wobei eine Rotation kontraindiziert ist
- Ventralinklination des Kopfes bis max. 20–25°
- Arme am Körper anliegend und bis zu 10° nach vorne antvertiert
- Unterarme max. 25° abduziert
- Kniewinkel 105–110° (oder mehr)
- Hüftabduktion bis zu 45°
- Starre Fixierung des Hüftgelenks vermeiden
- Oberschenkel möglichst horizontal zum Boden orientiert
- Füße unter den Knien der Behandler/innen symmetrisch am Boden in Verlängerung der Oberschenkel positioniert [75]

Hierbei muss jedoch berücksichtigt werden, dass die zahnärztlichen Behandlungsweisen von der Stellung der ZA zum Patienten oder zur Patientin geprägt sind. Je nach idealer Sicht auf den Patientenmund behandeln ZA in einem Uhrzeigersystem in einer 7- bis 12-Uhr-Stellung (Abb. 2; [82]).

Rohmert et al. [82] haben 1986 als wichtiges Kriterium für die Optimierung der Körperhaltung von ZA die Lage-

rung der Patient/innen genannt. Anhand der 9-Uhr-Position der ZA am Patientenstuhl definierten sie 8 Lagerungstypen (A–H). Die Lagerung orientiert sich an dem Kieferquadranten, in welchem ZA arbeiten. Sie gaben an, dass alle gewohnten Arbeitspositionen der ZA zwischen der 8- bis 11-Uhr-Stellung mithilfe der Lagerungstypen eingenommen werden können. Zugleich wird eine gute, zum Arbeitsablauf passende Arbeitsplatzgestaltung als wichtig erachtet [82].

Neben der Sitzposition der ZA und der Lagerung der Patient/innen sind auch der Behandlungsstuhl und der Arbeitsstuhl relevant für eine gute ergonomische Haltung.

Fazit für die Praxis

- Die 12-Monats-Prävalenz der MSE bei ZA und ZFA ist mit über 60 % laut Fragebogenangaben weltweit hoch.
- Die möglichen Folgen in den verschiedensten Körperregionen sind das Ausüben zahnmedizinischer Tätigkeiten unter Schmerzen mit der möglichen Konsequenz, dass der Beruf gar nicht mehr ausgeübt werden kann.
- Daher wurden verhaltens- und verhältnispräventive Maßnahmen entwickelt, wie z. B. eine optimale Sitzhaltung für ZA bei der Behandlung von Patient/innen.
- Diese beinhaltet eine Symmetrie, die alle horizontalen Körperlinien (Augen, Schultern, Ellenbogen, Hüfte und Knie) inkludiert. Sie sollen parallel und senkrecht zur Medianebene des Körpers sein.
- Die von ZA eingenommenen Körperhaltungen weichen häufig durch ihre Arbeitsroutine und durch die nicht ideale Arbeitsumgebung davon ab.

Korrespondenzadresse

Dr. F. Holzgreve
 Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Goethe-Universität Frankfurt
 Theodor-Stern-Kai 7, Haus 9A, 60596 Frankfurt am Main, Deutschland
 holzgreve@med.uni-frankfurt.de

Funding. Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. F. Holzgreve, T. Weis, I. Grams, U. Germann und E.M. Wanke geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

1. Åkesson I, Johnsson B, Rylander L, Moritz U, Skerfving S (1999) Musculoskeletal disorders among female dental personnel—clinical examination and a 5-year follow-up study of symptoms. *Int Arch Occup Environ Health* 72:395–403. <https://doi.org/10.1007/s004200050391>
2. Al Wassan K, Almas K, Al Shethri S, Al-Qahtani M (2001) Back & neck problems among dentists and dental auxiliaries. *J Contemp Dent Pract* 2:17–30. <https://doi.org/10.5005/jcdp-2-3-1>
3. Alexopoulos EC, Stathi I-C, Charizani F (2004) Prevalence of musculoskeletal disorders in dentists. *BMC Musculoskelet Disord* 5:16. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-5-16>
4. Andrews N, Vigoren G (2002) Ergonomics: muscle fatigue, posture, magnification, and illumination. *Compend Contin Educ Dent* 23:261–266 (quiz 274)
5. Belenky M (1998) Human-centered ergonomics: proprioceptive pathway to occupational health and peak performance in dental practice. *Ergonomics and the dental care worker*. American Public Health Association, Washington, DC, USA, S 275–299
6. Blanc D, Farre P, Hamel O (2014) Variability of musculoskeletal strain on dentists: an electromyographic and goniometric study. *Int J Occup Saf Ergon* 20:295–307. <https://doi.org/10.1080/10803548.2014.11077044>
7. Branson BG, Bray KK, Gadbury-Amyot C, Holt LA, Keselyak NT et al (2004) Effect of magnification lenses on student operator posture. *J Dent Educ* 68:384–389

8. Brown J, Burke F, Macdonald E, Gilmour H, Hill K et al (2010) Dental practitioners and ill health retirement: causes, outcomes and re-employment. *Br Dent J* 209:E7–E7. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2010.813>
9. Burke F, Main J, Freeman R (1997) The practice of dentistry: an assessment of reasons for premature retirement. *Br Dent J* 182:250–254. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4809361>
10. Callaghan JP, McGill SM (2001) Low back joint loading and kinematics during standing and unsupported sitting. *Ergonomics* 44:280–294. <https://doi.org/10.1080/00140130118276>
11. Carlsle B (1990) Fitting the task to the man: a textbook of occupational ergonomics, 4. Aufl. Taylor & Francis <https://doi.org/10.1080/00207549008942723>
12. Chaffin DB (1973) Localized muscle fatigue—definition and measurement. *J Occup Med* 15:346–354
13. Chaikumarn M (2005) Differences in dentists' working postures when adopting proprioceptive derivation vs. conventional concept. *Int J Occup Saf Ergon* 11:441–449. <https://doi.org/10.1080/10803548.2005.11076662>
14. Chang BJ (2002) Ergonomic benefits of surgical telescope systems: selection guidelines. *J Calif Dent Assoc* 30:161–169
15. Dable RA, Wasnik PB, Yeshwante BJ, Musani SI, Patil AK et al (2014) Postural assessment of students evaluating the need of ergonomic seat and magnification in dentistry. *J Indian Prosthodont Soc* 14:51–58. <https://doi.org/10.1007/s13191-014-0364-0>
16. De Sio S, Traversini V, Rinaldo F, Colasanti V, Buomprisco G et al (2018) Ergonomic risk and preventive measures of musculoskeletal disorders in the dentistry environment: an umbrella review. *PeerJ* 6:e4154. <https://doi.org/10.7717/peerj.4154>
17. Dehghan N, Aghilinejad M, Nassiri-Kashani MH, Amiri Z, Talebi A (2016) The effect of a multifaceted ergonomic intervention program on reducing musculoskeletal disorders in dentists. *Med J Islam Republic Iran* 30:472
18. DIN EN 1005-4 (2009) Menschliche körperliche Leistung Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen und Bewegungen bei der Arbeit an Maschinen. Beuth, Berlin
19. Dong H, Barr A, Loomer P, Laroche C, Young E et al (2006) The effects of periodontal instrument handle design on hand muscle load and pinch force. *J Am Dent Assoc* 137:1123–1130. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2006.0352> (quiz 1170)
20. Droeze EH, Jonsson H (2005) Evaluation of ergonomic interventions to reduce musculoskeletal disorders of dentists in the Netherlands. *Work* 25:211–220
21. Drzał-Grabiec J, Rykała J, Podgórska J, Snela S (2012) Changes in body posture of women and men over 60 years of age. *Ortop Traumatol Rehabil* 14:467–475. <https://doi.org/10.5604/15093492.1012504>
22. Drzał-Grabiec J, Snela S, Rykała J, Podgórska J, Banaś A (2013) Changes in the body posture of women occurring with age. *BMC Geriatr* 13:1–7. <https://doi.org/10.1186/1471-2318-13-108>
23. European Society of Dental Ergonomics (2018) Guidelines and recommendations
24. Faust AM, Ahmed SN, Johnston LB, Harmon JB (2020) Teaching methodologies for improving dental students' implementation of ergonomic operator and patient positioning. *J Dent Educ* 85:370–378. <https://doi.org/10.1002/jdd.12438>
25. Finkbeiner BL (2000) Four-handed dentistry revisited. *J Contemp Dent Pract* 1:74–86
26. Finsen L, Christensen H, Bakke M (1998) Musculoskeletal disorders among dentists and variation in dental work. *Appl Ergon* 29:119–125. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(97\)00017-3](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(97)00017-3)
27. Fraeulin L, Holzgreve F, Haenel J, Filmann N, Schmidt H et al (2021) A device-based stretch training for office workers resulted in increased range of motion especially at limited baseline flexibility. *Work* 68:353–364. <https://doi.org/10.3233/wor-203273>
28. García-Vidal JA, López-Nicolás M, Sánchez-Sobrado AC, Escolar-Reina MP, Medina-Mirapeix F et al (2019) The combination of different ergonomic supports during dental procedures reduces the muscle activity of the neck and shoulder. *J Clin Med* 8:1230. <https://doi.org/10.3390/jcm8081230>
29. Grandjean E, Hünting W, Pidermann M (1983) VDT workstation design: preferred settings and their effects. *Hum Factors* 25:161–175. <https://doi.org/10.1177/001872088302500203>
30. Harrison DD, Harrison SO, Croft AC, Harrison DE, Troyanovich SJ (1999) Sitting biomechanics part I: review of the literature. *J Manipulative Physiol Ther* 22:594–609. [https://doi.org/10.1016/s0161-4754\(99\)70020-5](https://doi.org/10.1016/s0161-4754(99)70020-5)
31. Hauckl, Erbe C, Nowak J, Hermanns I, Ditchen Detal (2018) Kinematic posture analysis of orthodontists in their daily working practice. *J Orofac Orthop* 79:389–402. <https://doi.org/10.1007/s00056-018-0153-1>
32. Hayes M, Cockrell D, Smith D (2009) A systematic review of musculoskeletal disorders among dental professionals. *Int J Dent Hygiene* 7:159–165. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5037.2009.00395.x>
33. Hodacova L, Sustova Z, Cermakova E, Kapitan M, Smejkalova J (2015) Self-reported risk factors related to the most frequent musculoskeletal complaints among Czech dentists. *Industrial Health* 53:48–55. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2013-0141>
34. Holzgreve F, Fraeulin L, Haenel J, Schmidt H, Bader A et al (2021) Office work and stretch training (OST) study: effects on the prevalence of musculoskeletal diseases and gender differences: a non-randomised control study. *BMJ Open* 11:e44453. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-044453>
35. Holzgreve F, Maltry L, Hänel J, Schmidt H, Bader A et al (2020) The office work and stretch training (OST) study: an individualized and standardized approach to improve the quality of life in office workers. *Int J Environ Res Public Health* 17:4522. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124522>
36. Holzgreve F, Maltry L, Lampe J, Schmidt H, Bader A et al (2018) The office work and stretch training (OST) study: an individualized and standardized approach for reducing musculoskeletal disorders in office workers. *J Occup Med Toxicol* 13:37. <https://doi.org/10.1186/s12995-018-0220-y>
37. Iorio J, Lafage V, Lafage R, Henry JK, Stein D et al (2018) The effect of aging on cervical parameters in a normative North American population. *Global Spine J* 8:709–715
38. ISO (2004) 6385: Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen
39. ISO (2000) 11226: ergonomics—evaluation of static working postures. International Organization for Standardization, Geneva
40. Kierklo A, Kobus A, Jaworska M, Botuliński B (2011) Work-related musculoskeletal disorders among dentists—a questionnaire survey. *Ann Agric Environ Med* 18:79–84
41. Kumar DK, Rathan N, Mohan S, Begum M, Prasad B et al (2014) Exercise prescriptions to prevent musculoskeletal disorders in dentists. *J Clin Diagn Res* 8:Ze13–16. <https://doi.org/10.7860/jcdr/2014/7549.4620>
42. Lalumandier J, Mcphee S (2001) Prevalence and risk factors of hand problems and carpal tunnel syndrome among dental hygienists. *J Dent Hyg* 75:130–134
43. Lalumandier JA, Mcphee SD, Parrott CB, Vendemia M (2001) Musculoskeletal pain: prevalence, prevention, and differences among dental office personnel. *Gen Dent* 49:160–166
44. Leggat PA, Kedjarune U, Smith DR (2007) Occupational health problems in modern dentistry: a review. *Industrial Health* 45:611–621. <https://doi.org/10.2486/indhealth.45.611>
45. Leggat PA, Smith DR (2006) Musculoskeletal disorders self-reported by dentists in Queensland, Australia. *Aust Dental J* 51:324–327. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2006.tb00451.x>
46. Lehto TU, Helenius HY, Alaranta HT (1991) Musculoskeletal symptoms of dentists assessed by a multidisciplinary approach. *Commun Dent Oral Epidemiol* 19:38–44. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0528.1991.tb00103.x>
47. Lietz J, Kozak A, Nienhaus A (2018) Prevalence and occupational risk factors of musculoskeletal diseases and pain among dental professionals in western countries: a systematic literature review and meta-analysis. *PLoS ONE* 13:e208628. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208628>
48. López-Nicolás M, García-Vidal JA, Medina-Mirapeix F, Sánchez-Onteniente JP, Mestre JDB et al (2019) Effect of different ergonomic supports on muscle activity of dentists during posterior composite restoration. *PeerJ* 7:e8028. <https://doi.org/10.7717/peerj.8028>
49. Mclean L, Tingley M, Scott RN, Rickards J (2001) Computer terminal work and the benefit of microbreaks. *Appl Ergon* 32:225–237. [https://doi.org/10.1016/s0003-6870\(00\)00071-5](https://doi.org/10.1016/s0003-6870(00)00071-5)
50. Michalak-Turcotte C (2000) Controlling dental hygiene work-related musculoskeletal disorders: the ergonomic process. *J Dent Hyg* 74:41–48
51. Morse T, Bruneau H, Dussetschleger J (2010) Musculoskeletal disorders of the neck and shoulder in the dental professions. *Work* 35:419–429. <https://doi.org/10.3233/WOR-2010-0979>
52. Mulimani P, Hoe VC, Hayes MJ, Idiculla JJ, Abas AB et al (2018) Ergonomic interventions for preventing musculoskeletal disorders in dental care practitioners. *Cochrane Database Syst Rev* 10: Cd11261. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd011261.pub2>
53. Nowak J, Erbe C, Hauckl I, Groneberg D, Hermanns I et al (2016) Motion analysis in the field of dentistry: a kinematic comparison of dentists and orthodontists. *BMJ Open* 6:e11559. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-011559>
54. Oene Hokwerda RDR, Shaw S (2006) Adopting a healthy sitting working posture during patient treatment. https://esde.org/files/publication/2-adopting_healthy_sitting_posture_during_patient_treatment.pdf. Zugegriffen: 22. Okt. 2020
55. Ohlendorf D, Adjami F, Scharnweber B, Schulze J, Ackermann H et al (2018) Standard values of the upper body posture in male adults. *Adv Clin Exp Med* 27:1521–1528. <https://doi.org/10.17219/acem/70669>
56. Ohlendorf D, Erbe C, Hauckl I, Nowak J, Hermanns I et al (2016) Kinematic analysis of work-related

- musculoskeletal loading of trunk among dentists in Germany. *BMC Musculoskelet Disord* 17:427. <https://doi.org/10.1186/s12891-016-1288-0>
57. Ohlendorf D, Erbe C, Hauck I, Nowak J, Hermanns I et al (2017) Restricted posture in dentistry—a kinematic analysis of orthodontists. *BMC Musculoskelet Disord* 18:1–12. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1629-7>
 58. Ohlendorf D, Erbe C, Nowak J, Hauck I, Hermanns I et al (2017) Constrained posture in dentistry—a kinematic analysis of dentists. *BMC Musculoskelet Disord* 18:1–15. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1650-x>
 59. Ohlendorf D, Fisch V, Doerry C, Schamberger S, Oremek G et al (2018) Standard reference values of the upper body posture in healthy young female adults in Germany: an observational study. *BMJ Open* 8:e22236. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-022236>
 60. Ohlendorf D, Gerez A, Porsch L, Holzgreve F, Maltry L et al (2020) Standard reference values of the upper body posture in healthy male adults aged between 41 and 50 years in Germany. *Sci Rep* 10:1–7. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-60813-w>
 61. Ohlendorf D, Haas Y, Naser A, Haenel J, Maltry L et al (2020) Prevalence of muscular skeletal disorders among qualified dental assistants. *Int J Environ Res Public Health* 17:3490. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103490>
 62. Ohlendorf D, Kaya U, Goecke J, Oremek G, Ackermann H et al (2021) Standard reference values of the upper body posture in healthy male adults aged between 31 and 40 years in Germany—an observational study. *Appl Human Sci* 40:1–11. <https://doi.org/10.1186/s40101-021-00266-w>
 63. Ohlendorf D, Kerth K, Osiander W, Holzgreve F, Fraeulin L et al (2020) Standard reference values of weight and maximum pressure distribution in healthy adults aged 18–65 years in Germany. *Appl Human Sci* 39:1–11. <https://doi.org/10.1186/s40101-020-00246-6>
 64. Ohlendorf D, Maltry L, Hänel J, Betz W, Erbe C et al (2020) SOPEZ: study for the optimization of ergonomics in the dental practice—musculoskeletal disorders in dentists and dental assistants: a study protocol. *J Occup Med Toxicol* 15:1–9. <https://doi.org/10.1186/s12995-020-00273-0>
 65. Ohlendorf D, Mickel C, Filmann N, Wanke EM, Groneberg DA (2016) Standard values of the upper body posture and postural control: a study protocol. *J Occup Med Toxicol* 11:1–13. <https://doi.org/10.1186/s12995-016-0122-9>
 66. Ohlendorf D, Naser A, Haas Y, Haenel J, Fraeulin L et al (2020) Prevalence of musculoskeletal disorders among dentists and dental students in Germany. *Int J Environ Res Public Health* 17:8740. <https://doi.org/10.3390/ijerph17238740>
 67. Ohlendorf D, Pflaum J, Wischniewski C, Schamberger S, Erbe C et al (2020) Standard reference values of the postural control in healthy female adults aged between 31 and 40 years in Germany: an observational study. *Appl Human Sci* 39:1–7. <https://doi.org/10.1186/s40101-020-00229-7>
 68. Ohlendorf D, Schwarzer M, Rey J, Hermanns I, Nienhaus A et al (2015) Medical work assessment in German hospitals: a study protocol of a movement sequence analysis (MAGRO-MSA). *J Occup Med Toxicol* 10:1. <https://doi.org/10.1186/s12995-014-0040-7>
 69. Ohlendorf D, Sosnov P, Keller J, Wanke EM, Oremek G et al (2021) Standard reference values of the upper body posture in healthy middle-aged female adults in Germany. *Sci Rep* 11:1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-81879-0>
 70. Occupational Safety & Health Administration (2000) Final rule. *Fed Regist* 65:68261–68870
 71. Park MS, Moon S-H, Lee H-M, Kim SW, Kim T-H et al (2013) The effect of age on cervical sagittal alignment: normative data on 100 asymptomatic subjects. *Spine* 38:E458–E463. <https://doi.org/10.1097/brs.0b013e31828802c2>
 72. Pejčić N, Petrović V, Marković D, Miličić B, Dimitrijević I et al (2017) Assessment of risk factors and preventive measures and their relations to work-related musculoskeletal pain among dentists. *Work* 57:573–593. <https://doi.org/10.3233/wor-172588>
 73. Peros K, Vodanovic M, Mestrovic S, Rosin-Grget K, Valic M (2011) Physical fitness course in the dental curriculum and prevention of low back pain. *J Dent Educ* 75:761–767
 74. Petrn V, Petzáll K, Preber H, Bergström J (2007) The relationship between working conditions and sick leave in Swedish dental hygienists. *Int J Dent Hygiene* 5:27–35. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5037.2007.00220.x>
 75. Pirvu C, Pătrașcu I, Pirvu D, Ionescu C (2014) The dentist's operating posture—ergonomic aspects. *J Med Life* 7:177
 76. Plessas A, Bernardes Delgado M (2018) The role of ergonomic saddle seats and magnification loupes in the prevention of musculoskeletal disorders. A systematic review. *Int J Dent Hygiene* 16:430–440. <https://doi.org/10.1111/idh.12327>
 77. Puriene A, Janulyte V, Musteikyte M, Bendinskaite R (2007) General health of dentists. Literature review. *Stomatologija* 9:10–20
 78. Rafie F, Zamani Jam A, Shahravan A, Raof M, Eskandarizadeh A (2015) Prevalence of upper extremity musculoskeletal disorders in dentists: symptoms and risk factors. *J Environ Public Health*. <https://doi.org/10.1155/2015/517346>
 79. Ratzon NZ, Yaros T, Mizlik A, Kanner T (2000) Musculoskeletal symptoms among dentists in relation to work posture. *Work* 15:153–158
 80. Reitemeier B, Arnold M, Scheuch K, Pfeifer G (2012) Arbeitshaltung des Zahnarztes. *Zahmed Up2date* 6:147–170. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1298403>
 81. Rempel D, Lee DL, Dawson K, Loomer P (2012) The effects of periodontal curette handle weight and diameter on arm pain: a four-month randomized controlled trial. *J Am Dent Assoc* 143:1105–1113. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2012.0041>
 82. Rohmert W, Mainzer J, Zipp P (1986) *Der Zahnarzt im Blickfeld der Ergonomie: eine Analyse zahnärztlicher Arbeitshaltungen*. Deutscher Ärzte-Verlag
 83. Rucker LM, Sunell S (2002) Ergonomic risk factors associated with clinical dentistry. *J Calif Dent Assoc* 30:139–148
 84. Sachan A, Singh K, Verma V, Panda S (2013) Ergonomics, posture and exercises—painfree, prolong orthodontic career. *J Orthod Res* 1:89. <https://doi.org/10.4103/2321-3825.123318>
 85. Schön F (1972) *Teamarbeit in der zahnärztlichen Praxis*. Quintessenz, Berlin
 86. Suedbeck JR, Tolle SL, McCombs G, Walker ML, Russell DM (2017) Effects of instrument handle design on dental hygienists' forearm muscle activity during scaling. *J Dent Hyg* 91:47–54
 87. Thornton LJ, Barr AE, Stuart-Buttle C, Gaughan JP, Wilson ER et al (2008) Perceived musculoskeletal symptoms among dental students in the clinic work environment. *Ergonomics* 51:573–586. <https://doi.org/10.1080/00140130701728277>
 88. Tichauer ER (1966) Some aspects of stress on forearm and hand in industry. *J Occup Med* 8:63–71
 89. Valachi B, Valachi K (2003) Mechanisms leading to musculoskeletal disorders in dentistry. *J Am Dent Assoc* 134:1344–1350. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2003.0048>
 90. Valachi B, Valachi K (2003) Preventing musculoskeletal disorders in clinical dentistry: strategies to address the mechanisms leading to musculoskeletal disorders. *J Am Dent Assoc* 134:1604–1612. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2003.0048>
 91. von Thiele Schwarz U, Lindfors P, Lundberg U (2008) Health-related effects of worksite interventions involving physical exercise and reduced work hours. *Scand J Work Environ Health* 34:179–188. <https://doi.org/10.5271/sjweh.1227>
 92. Wilkins EM (2009) *Clinical practice of the dental hygienist*. Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia
 93. Yamalik N (2007) Musculoskeletal disorders (MSDs) and dental practice part 2. Risk factors for dentistry, magnitude of the problem, prevention, and dental ergonomics. *Int Dent J* 57:45–54. <https://doi.org/10.1111/j.1875-595x.2007.tb00117.x>
 94. Ylipää V, Arnetz BB, Benko SS, Rydén H (1997) Physical and psychosocial work environments among Swedish dental hygienists: risk indicators for musculoskeletal complaints. *Swed Dent J* 21:111–120
 95. Zarra T, Lambrianidis T (2014) Musculoskeletal disorders amongst Greek endodontists: a national questionnaire survey. *Int Endod J* 47:791–801. <https://doi.org/10.1111/iej.12219>