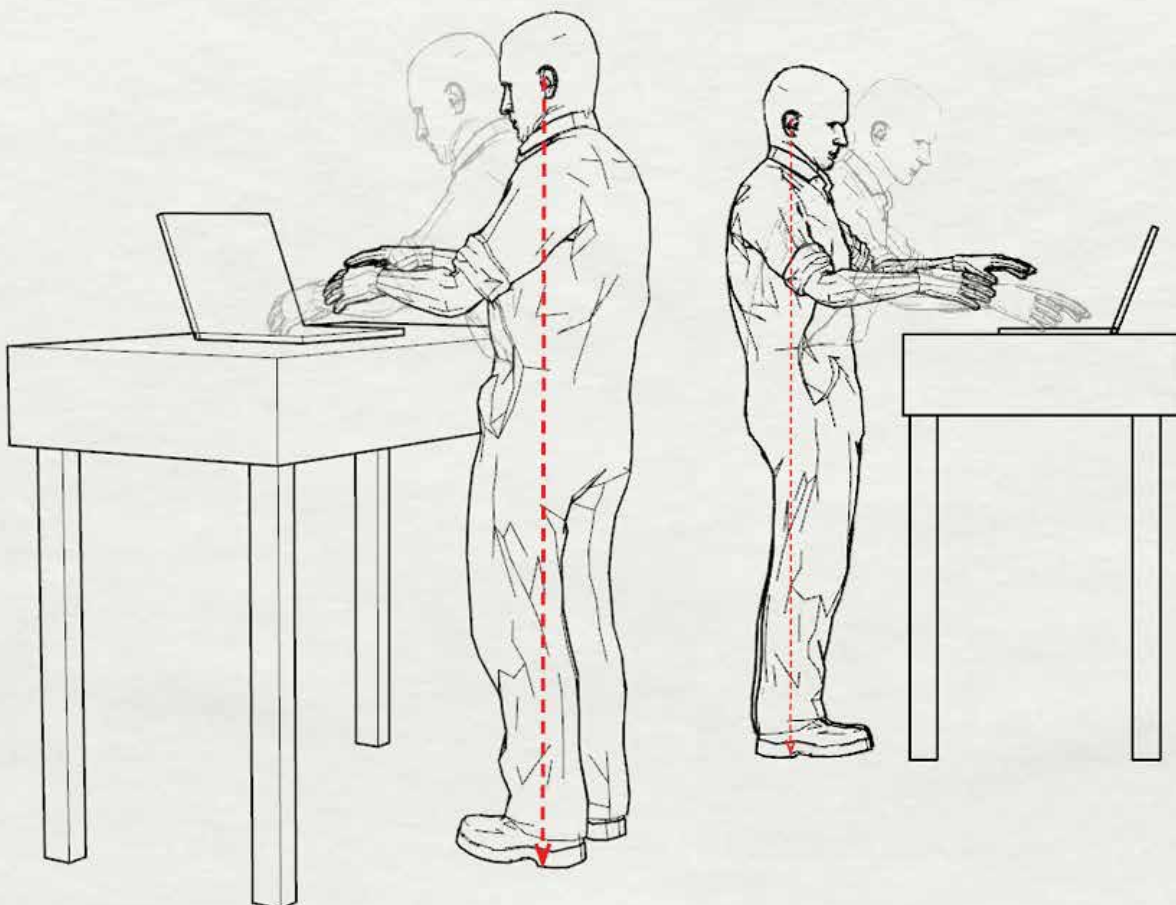


PROJEKT ERGONOMICZNEGO MIEJSCA PRACY





PROJEKT ERGONOMICZNEGO MIEJSCA PRACY

**Zasady odciążania układu mięśniowo-szkieletowego
wynikające z ćwiczeń, uprawiania sportu i czynników
ludzkich**

Urban Daub
Sarah Gawlick
Florian Blab

Instytutu Fraunhofera ds. Inżynierii Produkcji
i Automatyzacji IPA w Stuttgarcie
Partner projektu: Ergoswiss AG
Luty 2018
DOI: 10.24406/IPA-N-481686

Ilustracje:

Michael Brück
Jérémy Lefint

SPIS TREŚCI

1 Wstęp	5
2 Wpływ regulacji wysokości stołów na układ mięśniowo-szkieletowy	6
2.1 Obciążenie i napięcie.....	6
2.2 Adaptacja ciała do nawracających bodźców obciążeniowych.....	6
2.2.1 Bodźce obciążenia dynamicznego.....	7
2.2.2 Bodźce obciążenia statycznego.....	7
2.2.3 Niewystarczające bodźce obciążające.....	7
2.3 Klasyfikacja modeli obciążeń w działaniach produkcyjnych.....	7
2.3.1 Wpływ częstych powtórzeń na układ mięśniowo-szkieletowy.....	8
2.3.2 Wpływ obciążenia statycznego na układ mięśniowo-szkieletowy.....	8
2.3.2.1 Pozycje wymuszone.....	10
2.3.2.2 Przyczyny niedostrzegalnego obciążenia statycznego.....	10
2.3.3 Wpływ dużych obciążeń na układ mięśniowo-szkieletowy.....	11
2.4 Zasady ergonomicznego ustawienia stołu roboczego.....	12
2.4.1 Unikanie nachylonej do przodu pozycji górnej części ciała na stojącym stanowisku pracy	13
2.4.2 Szyja.....	14
2.4.3 Pozycja i ruchy nadgarstka.....	14
3 Projekt miejsca pracy dla stojących stanowisk pracy	16
3.1 Określanie wysokości biurka w oparciu o charakterystykę postawy.....	16
3.2 Określanie wysokości biurka na podstawie standardowych specyfikacji.....	16
4 Siedzenie	18
4.1 Wysokość stołów i krzeseł na siedzących stanowiskach pracy.....	18
4.1.1 Siedzące stanowiska pracy, na których można dostosować wysokość krzesła i stołu.....	18
4.1.2 Siedzące stanowiska pracy, na których można dostosować tylko krzesło, ale nie stół... ..	18
4.2 Pozycja siedząca.....	18
4.2.1 Sprzeczności w zaleceniach JEDNEJ idealnej pozycji siedzącej.....	18
4.2.2 Określanie pozycji siedzącej na podstawie charakterystyki postawy.....	19
4.3 Pozycja siedząca.....	19
5 Obszary obsługi i klasyfikacja narzędzi pracy	20
6 Sztuczne oświetlenie	22
7 Piśmiennictwo	24
Kwestie prawne	28

1 WSTĘP

Przez lata choroby układu mięśniowo-szkieletowego były odpowiedzialne za największą liczbę dni nieobecności w pracy w Niemczech [1, 2].

Największe znaczenie ma tutaj ból pleców oraz barków, szyi i ramion [3, 4].

Rozwój takich schorzeń może często mieć więcej niż jedną przyczynę, ale profilaktyka może być skuteczna tylko wtedy, gdy ograniczy się aspekt przyczynowy związany z pracą [4, 5].

W przypadku problemów zdrowotnych związanych z pracą szacuje się, że liczba dni utraconych z powodu choroby jest 1,6 do 2,2 razy większa, jeśli nie zostały spowodowane przez wypadek [6].

Jedno z wstępnych wyjaśnień mówi, że schorzenia te rozwijają się podstępnie w miarę upływu czasu i dlatego ich objawy są bardziej nasilone.

Długotrwałe problemy zdrowotne i choroby przewlekłe nasilają się z wiekiem [7]. Biorąc pod uwagę wynikające z nich zmiany demograficzne, znaczenie takich zagadnień, jak i zdrowie w miejscu pracy dla polityki rynku pracy znacznie wzrosło w przyszłości [8, 9].

Ergonomia obejmuje projektowanie produktów, elementów produktów, miejsc pracy i złożonych systemów pracy w oparciu o kryteria określone przez czynniki ludzkie i warunki wydajności [10]. Środki ergonomiczne mają szczególnie duże szanse na wdrożenie i są rzeczywiście akceptowane, gdy wszystkie zainteresowane strony zostaną poinformowane ich założeniach i będą mogły się z nimi identyfikować. Informacje i zrozumienie zasad ergonomii stają się coraz częściej przedmiotem interwencji ergonomicznych.

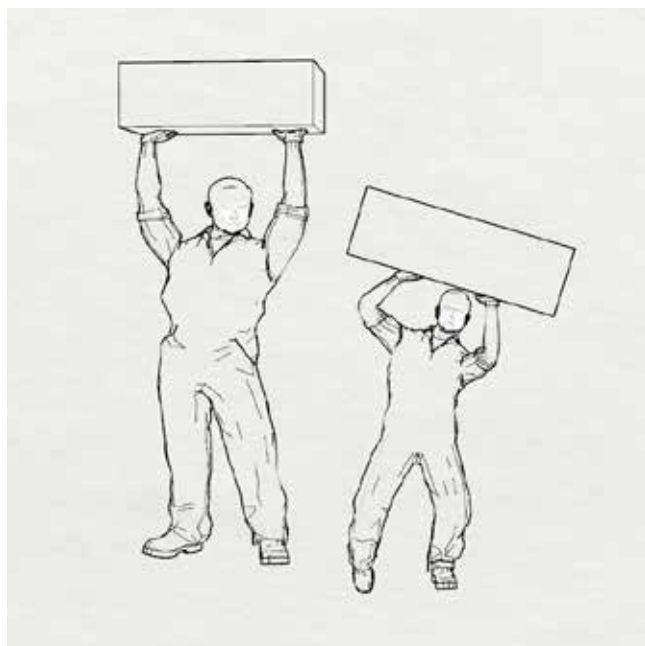
Niniejszy przewodnik został zamówiony przez Ergoswiss AG i ma na celu uzupełnienie obecnych zaleceń dotyczących ergonomicznego projektowania miejsc pracy przy użyciu ogólnych informacji pochodzących z dziedziny fizjologii i ćwiczeń fizycznych, aby umożliwić czytelnikom samodzielne określenie indywidualnych środków.

Ma on również na celu zapoznanie z często występującymi zaburzeniami układu mięśniowo-szkieletowego związanymi z pracą w celu promowania prawidłowej organizacji miejsca pracy.

Zgodnie z normą DIN EN 614-1 i/lub DIN EN ISO 6385 celem ergonomii jest «[...] optymalizacja ludzkiego zdrowia i ogólnej wydajności systemu».

2 WPŁYW REGULACJI WYSOKOŚCI STOŁÓW NA UKŁAD MIĘŚNIOWO-SZKIELETOWY

Zasadniczo nie ma wątpliwości, że prawidłowe ustawienie wysokości roboczej jest ergonomicznie uzasadnione. Jednak nie można założyć, że stopień, w jakim wysokość robocza wpływa na układ mięśniowo-szkieletowy, jest powszechnie wiadomy. Z tego powodu przede wszystkim zostaną opisane indywidualne reakcje fizjologiczne organizmu na bodźce zewnętrzne, które są związane z modelami obciążeń w codziennym życiu zawodowym. Może to pomóc w określeniu ergonomicznego ustawienia stołu roboczego.



Ryc. 1 To samo obciążenie (waga pudełka) powoduje różne napięcie w zależności od osoby.

2.1 OBCIĄŻENIE I NAPIĘCIE

Terminy obciążenie i napięcie zostały opisane przez Lehmana już w 1953 r. [11]. Obciążenie definiowane jest jako działanie siły na ciało, co - w zależności od stanu zdrowia i sprawności fizycznej - powoduje określone napięcie [12].

Według Oliviera [13] napięcie zależy od warunków

wewnątrzosobniczych, takich jak właściwości fizyczne, umiejętności i zdolności. Dlatego też miejsce pracy, w którym części ważące 10 kg muszą być regularnie przemieszczane, zawsze powoduje takie samo obciążenie. Jednak napięcie jest bardzo indywidualne, w zależności od siły i wytrzymałości danego pracownika w miejscu pracy.

DIN EN ISO 6385 opisuje następujące terminy:

- Obciążenie zawodowe (zewnętrzne obciążenie pracą): «zewnętrzne warunki i wymagania w systemie pracy, które wpływają na fizyczne i (lub) psychiczne obciążenie wewnętrzne»
- Napięcie zawodowe: «wewnętrzna reakcja pracownika wobec narażenia na zewnętrzne obciążenie pracą w zależności od jego indywidualnych cech (np. wielkość ciała, wiek, zdolności, umiejętności, itp.)».

2.2 ADAPTACJA CIAŁA DO NAWRACAJĄCYCH BODŹCÓW OBCIĄŻENIOWYCH

Naturalną reakcją organizmu na powtarzające się bodźce, które wymagają wysiłku fizycznego, jest budowanie mięśni. Jest to znane między innymi z teorii treningu wysiłkowego. Jednak organizm dostosowuje się również do powtarzających się bodźców obciążeniowych we wszystkich innych tkankach układu mięśniowo-szkieletowego, aby zmniejszyć związane z tym przeciążenie [14]. Przykładowo, adaptacja podczas aktywności fizycznej zachodzi w chrząstce, kości, tkance łącznej i ścięgnach [15].

2.2.1 Bodźce obciążenia dynamicznego

Odpowiedni czas regeneracji jest kluczowy dla procesów adaptacyjnych, co może być ustalane indywidualnie podczas treningów [14, 16]. Organizm może również tymczasowo kompensować duże napięcie, a krótkotrwałe przeciążenie można szybko zregenerować. Jednakże, jeśli napięcie jest przedłużone lub często powtarzane, lub jeśli wiąże się z dużym obciążeniem, mogą wystąpić objawy przeciążenia. Niewystarczający czas regeneracji pogarsza procesy regeneracyjne, a tym samym odporność na obciążenie [14], co może powodować zaburzenia mięśniowo-szkieletowe. Mogą one objawiać się w postaci przewlekłych schorzeń. W przeciwieństwie do treningu sportowego, w codziennym życiu zawodowym nie ma indywidualnego planu treningowego, a czas pracy i aktywności regulują naprzemienną obciążenia i regeneracji.

- Bodźce obciążenia dynamicznego są generalnie dobrze kompensowane przez układ mięśniowo-szkieletowy.
- Należy unikać dużego lub powtarzającego się obciążenia lub należy zapewnić wystarczająco dużo czasu na regenerację.
- Procesy regeneracyjne mogą być wspierane przez umiarkowane bodźce obciążenia dynamicznego. Rotacja działań może zatem mieć działanie redukujące obciążenie.

2.2.2 Bodźce obciążenia statycznego

Stałe, statyczne pozycje mają ogólnie niekorzystny wpływ na mięśnie i stawy. Wszystkie struktury układu mięśniowo-szkieletowego są zależne od naprzemienności obciążenia i odciążenia, co pozwala zapewnić wystarczającą ilość składników odżywczych oraz rozkładać produkty przemiany materii i CO₂ [10, 17, 18]. Jeśli ta zmienność zostaje zaburzona przez trwałe obciążenie statyczne, szczególnie w niewygodnych pozycjach, takich jak wykonywanie czynności nad głową, odporność na

obciążenie jest zmniejszona i może powodować dolegliwości mięśni i stawów [19-21].

→ W miarę możliwości należy unikać bodźców obciążenia statycznego.

2.2.3 Niewystarczające bodźce obciążające

Przedłużający się brak bodźców obciążających układ mięśniowo-szkieletowy powoduje zwyrodnienie struktur mięśniowo-szkieletowych i ogólne obniżenie odporności na obciążenie [22]. Na przykład, schorzenia pleców i wypadnięcie dysku niezwiązane z nadmiernym obciążeniem kręgosłupa lędźwiowego występują często w miejscach pracy biurowej (patrz rozdział 4). Ich występowanie jest spowodowane znacznie mniejszą aktywnością i niewystarczającym treningiem mięśni stabilizujących kręgosłup.

→ Podstawowym celem ergonomii jest zapobieganie przeciążeniu i niedostatecznemu obciążeniu [23].

2.3 KLASYFIKACJA MODELI OBCIĄŻEŃ W DZIAŁANIACH PRODUKCYJNYCH

Zawodowe obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego można podzielić na obciążenie związane z powtarzaniem, postawą i ciężarem [20, 24]. W zależności od rodzaju obciążenia, prawdopodobne są różne dolegliwości fizyczne.

Powtarzające się oraz związane z postawą obciążenia w produkcji występują głównie w standaryzowanych procesach roboczych, takich jak praca przy przenośniku taśmowym, i charakteryzują się następującymi właściwościami:

- Częste powtarzanie procesu roboczego, zwykle w krótkich cyklach.
- Zwykle jednostronne obciążenia fizyczne powstają w wyniku

organizacji miejsca pracy zoptymalizowanej pod względem czasu i procesu.

- Częściowe działania z dużym komponentem obciążenia statycznego na poszczególnych stawach. W przypadku niewygodnych miejsc pracy, kiedy na przykład ramiona muszą być stale uniesione, aby wykonywać powtarzającą się czynność.
- Duża powtarzalność lub statyczna postawa przy małym obciążeniu.

Z drugiej strony obciążenia wywołane ciężarem są częstsze w miejscach pracy, których nie można tak łatwo standaryzować.

→ Działania ergonomiczne powinny być podejmowane według zasady kolejności pierwszeństwa TOP (środki techniczne, środki organizacyjne, środki osobiste). Zdefiniowane w Niemczech, w punkcie 4 niemieckiej ustawy o bezpieczeństwie i higienie pracy (ArbSchG).

2.3.1 Wpływ obciążenia statycznego na układ mięśniowo-szkieletowy

Międzynarodowy termin «powtarzające się obrażenia wywołane przeciążeniem» (RSI) opisuje zaburzenia, które powstają w wyniku bardzo częstych bodźców o niskiej intensywności. O ile pojedynczy bodziec nie stanowi dużego obciążenia ze względu na słabe nasilenie, RSI rozwijają się wskutek częstego powtarzania monotonicznych sekwencji ruchów i niewystarczającej możliwości regeneracji. Z fizjologii sportu wiadomo, że niewystarczająca regeneracja jest uważana za przyczynę urazów mięśni i ścięgien [16].

Obrażenia mogą goić się lepiej lub gorzej w zależności od tego, jak dobrze tkanka jest zaopatrzona w krew i jak bardzo jest narażona na obciążenie w życiu codziennym.

W przeciwieństwie do mięśni, tkanka ścięgien jest słabo unaczyniona [15], a musi wytrzymać duże obciążenia w codziennym życiu. Pociąga to za sobą stosunkowo długi czas regeneracji. Mikro-obrażenia na skrzyżowaniach ścięgien mogą prowadzić do przewlekłych dolegliwości w wyniku nie-

wielkich uszkodzeń i ciągłego, powtarzalnego obciążenia. Z tego powodu podejrzewa się, że wysoce powtarzalne czynności powodują powstawanie łokcia tenisisty lub zapalenia ścięgien [20, 25].

Z powodu niewielu dowodów skuteczności leczenia łokcia tenisisty i zespołu cieśni nadgarstka, szczególne znaczenie ma redukcja obciążeń i ergonomiczna optymalizacja miejsca pracy [26, 27].

Zasadniczo lepiej zapobiegać niż leczyć [28].

→ Wczesne objawy należy traktować poważnie.

W zależności od aktywności i stanu tkanki, zalecane mogą być ćwiczenia rozciągające lub poprawiające krążenie.

→ Pozycja stawu w powtarzalnych czynnościach ma wpływ na odporność na obciążenie i powinna być brana pod uwagę (patrz 2.4.3 Pozycja i ruchy nadgarstka).

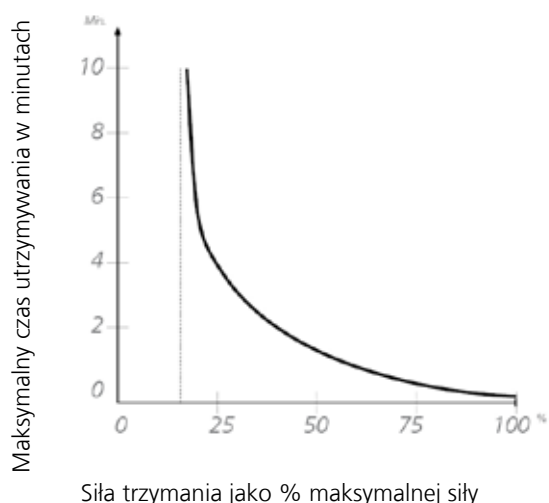
2.3.2 Wpływ obciążenia statycznego na układ mięśniowo-szkieletowy

W przypadku fizjologicznego modelu działania, odpowiednia podaż tlenu i składników odżywczych oraz usuwanie metabolitów i CO₂, które są produkowane w zwiększonym zakresie w komórce mięśniowej podczas aktywności, muszą zawsze pozostawać w równowadze [29]. Jednak nawet przy niewielkim obciążeniu statycznym wymiana składników odżywczych w komórce mięśniowej jest mniejsza ze względu na napięcie czynnego mięśnia [30].

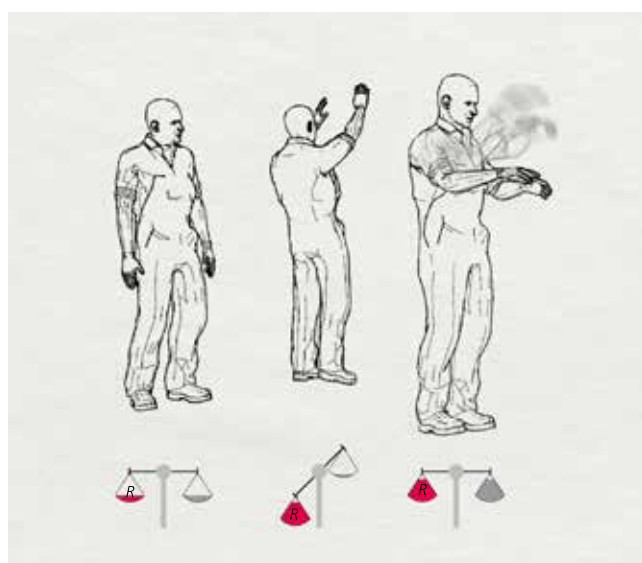
Często opisywana teoria zaburzeń układu mięśniowo-szkieletowego mówi o niedoborze tkanki mięśniowej lub tkanki ścięgien w wyniku utrzymującego się obciążenia statycznego. W dłuższej perspektywie powoduje to dużą podatność na urazy z powodu zmniejszenia odporności na obciążenie [31, 32]. W przypadku obciążenia statycznego osłabiony jest również powrót żylny. Żyły należą do układu niskiego ciśnienia, a ich funkcja powrotu zależy od napięcia i rozluźnienia mięśni

zwanych «pompą mięśniową» [33].

W porównaniu z obciążeniem statycznym, praca dynamiczna może być wykonywana przez bardzo długi czas bez zmęczenia [10]. Ponadto po dynamicznej pracy mięśni regeneracja następuje szybciej niż po statycznej [14]. Długość czasu, w którym obciążenie statyczne może być tolerowane, zależy od siły danej osoby (Ryc. 2).



Ryc. 2 Maksymalny czas utrzymywania ułamków maksymalnej siły statycznej, określony dla różnych grup mięśni i badanych osób (patrz [35]).

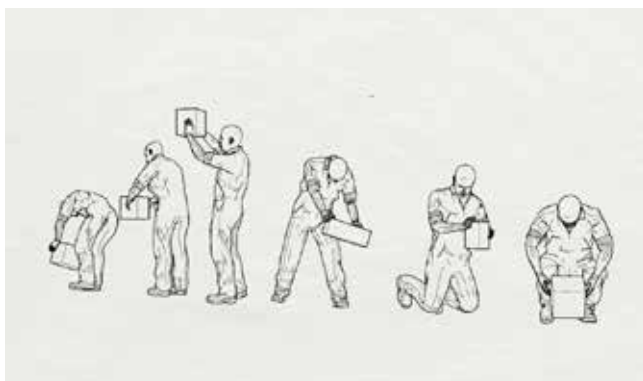


Ryc. 3 Zapotrzebowanie na krew (czerwona szalka) i faktyczny dopływ składników odżywczych (szara szalka) nie mogą utracić równowagi. W pracy statycznej (zdjęcie środkowe) mięśnie nie mogą być odpowiednio zaopatrzone w składniki odżywcze. Może to prowadzić do bólu. Podobnie jak w pozycji rozluźnionej (zdjęcie lewe), podczas dynamicznej aktywności równowaga może być utrzymana do pewnego czasu i wysiłku.

Jeśli regeneracja jest niewystarczająca, niezrównoważony stosunek zapotrzebowania na składniki odżywcze względem usuwania metabolitów może skutkować napięciem lub twardością mięśni oraz w konsekwencji zaburzeniami układu mięśniowo-szkieletowego [32]. Nawet w zakresie ponad 15% maksymalnej siły, siły statyczne mogą powodować zmęczenie mięśni [10, 35]. Ta wartość jest zatem uważana za długoterminowy limit wydajności dla pracy statycznej [34] i zależy od danej osoby. W przeciwieństwie do sportowców, czas regeneracji w życiu zawodowym opiera się nie na indywidualnych cechach fizjologicznych, ale na wymaganiach czasowych produkcji.

2.3.2.1 Pozycje wymuszone

Pozycje wymuszone są definiowane jako «niekorzystne pozycje fizyczne, które powodują statyczne przeciążenie mięśni» (DIN 33400). Zwykle obejmują one obciążenie podczas czynności wykonywanych w pozycji klęczącej, leżącej, w przysiadzie, w pochyleniu lub podczas czynności wykonywanych ponad głowę (Ryc. 4). Częste zmiany są jeszcze ważniejsze dla tych czynności. W ocenie Szwajcarskiego Funduszu Ubezpieczeń Wypadkowych (SUVA), nerwy, tkanki inne niż mięśnie i narządy mogą ulegać przeciążeniu [36].



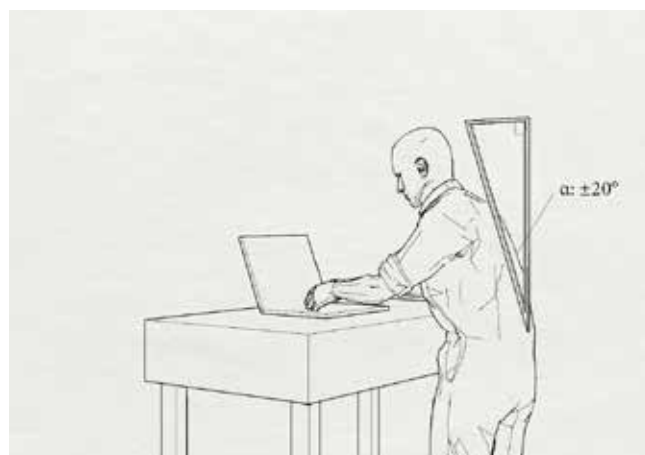
Ryc. 4 Czynności w pozycjach wymuszonych są szczególnie obciążające dla układu mięśniowo-szkieletowego.

Pozycje wymuszone są częstym problemem. W reprezentatywnym badaniu ankietowym z udziałem 20 000 pracowników przeprowadzonym w 2006 roku w Niemczech, ponad 14% pracowników podało, że muszą często pracować w pozycjach wymuszonych [37].

→ W miarę możliwości należy unikać pozycji wymuszonych. W zależności od aktywności i otaczającej przestrzeni należy rozważyć wszystkie elementy zasady TOP, aby uniknąć pozycji wymuszonych lub ograniczyć ich skutki.

2.3.2.2 Przyczyny niedostrzegalnego obciążenia statycznego

O ile statyczna pozycja ramion jest oczywista w przypadku czynności wykonywanych nad głową, wiele mniej oczywistych form tej pracy mięśni dotyczy sytuacji codziennych. Tak więc napięcie w okolicy szyi może wynikać z tego, że ramiona są niezauważalnie, ale stale lekko uniesione przez cały dzień. Na stanowiskach pracy, które są niewygodne, lekkie nachylenie do przodu tułowia powoduje subtelne naprężenia statyczne mięśni kręgosłupa lędźwiowego, co w dłuższej perspektywie może powodować dolegliwości (patrz Ryc. 5 i rozdział 2.4.1. Należy unikać nachylonej postawy górnej części ciała na stojących stanowiskach pracy).



Ryc. 5 Statyczne napięcie dolnej części pleców przez nieznaczne pochycenie tułowia do przodu.

Odporność chrząstki na obciążenie zależy również od naprzemiennego obciążania i odciążania. W tym przypadku istnieje jednak nieco inny mechanizm podstawowy. Chrząstka stawowa jest zaopatrywana przez płyn znajdujący się w stawie (płyn stawowy). Podobnie jak gąbka w kąpielii wodnej, chrząstka wymaga naprzemiennego obciążania i odciążania, aby mogła być dostatecznie zaopatrzona w płyn stawowy bogaty w składniki odżywcze [22].

W pracach, które wymagają niewielkiego ruchu i dłuższego stania w miejscu, ta wymiana składników odżywczych jest ograniczona, mimo że jest w większym stopniu potrzebna. Chrząstka może być przez to coraz bardziej obciążona, pomimo że musi «jedynie» podtrzymywać masę własnego ciała.

- Aby odciążać mięśnie, statyczne czynności należy jak najczęściej przerywać ruchami dynamicznymi. Można to osiągnąć za pomocą metod organizacji pracy lub świadomych aktywnych ćwiczeń ruchowych.
- Pozycje statyczne często występują niezauważalnie. Aby zmniejszyć obciążenie, należy uświadomić pracowników i odpowiednio dostosować miejsca pracy.
- Aby przeciwdziałać efektowi zużycia stawów, miejsca pracy powinny być zaprojektowane tak, aby fazy siedzenia lub chodzenia następowały naprzemiennie z pozycją stojącą.

2.3.3 Wpływ dużych obciążeń na układ mięśniowo-szkieletowy

Duże obciążenia w produkcji występują głównie przy mniej standaryzowanych procesach roboczych i z dala od przenośnika taśmowego. Ze względu na dużą zmienność i krótkie cykle regeneracji na tych samych etapach pracy, optymalizacja techniczna nie jest możliwa ani opłacalna dla poszczególnych etapów procesu. Zamiast tego istnieją adaptowalne pomoce, które można dostosować w celu spełnienia odpowiednich wymagań.

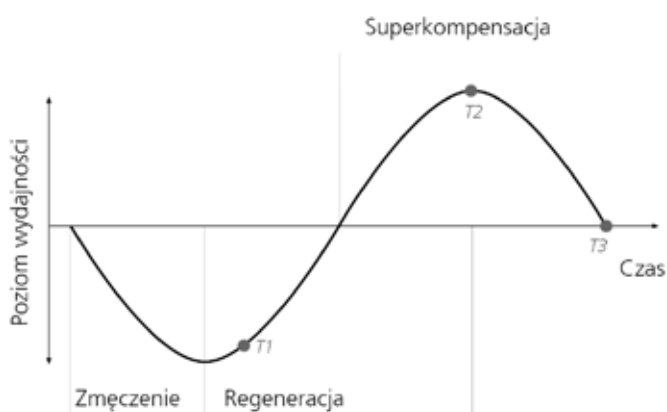
Działania na takich stanowiskach pracy (produkcję można zilustrować za pomocą przykładu) charakteryzują się następującymi właściwościami:

- Duża rotacja etapów obsługi i przetwarzania.
- Stąd częste zmiany wymagań fizycznych.
- Obsługa czasami większych obciążeń lub w wymuszonej pozycji jest konieczna, ponieważ urządzenia podnoszące lub utrzymujące nie są zoptymalizowane dla danego etapu procesu.

Oprócz większości dziedzin produkcji samochodów i innych sektorów, które na wczesnym etapie ustanowiły wysokie standardy ergonomii, wciąż można znaleźć wiele miejsc pracy, w których duże znaczne obciążenia muszą być obsługiwane z użyciem dużej liczby powtórzeń. Może to skutkować dolegliwościami pleców związanymi z obciążeniem lub dolegliwościami rąk i nóg.

Napięcie wynikające z dużych obciążeń zależy od wytrenowania i częstotliwości, z jaką występuje to obciążenie. Jeśli duże obciążenie występuje w bardzo nieregularnych i długich odstępach czasu, w układzie mięśniowo-szkieletowym może wystąpić jedynie niewielki efekt treningowy, a obciążenie jest postrzegane za każdym razem jako równie ciężkie. Jeżeli obciążenie występuje bardzo często i w krótkich odstępach czasu, ryzyko przeciążenia wzrasta z powodu niewystarczającego czasu regeneracji. Adaptację poziomu wydajności można przedstawić w uproszczonej formie za pomocą teoretycznego modelu superkompensacji Jankolewa [38] (Ryc. 6). Począwszy od danego poziomu wydajności, po bodźcu treningowym następuje faza regeneracji, która następnie podnosi poziom wydajności poza wartość wyjściową (tzw. «superkompensacja»). W zależności od czasu następnego bodźca treningowego, poziom wydajności jest zwiększany lub dalej obniżany względem wartości wyjściowej. Jeśli nie ma nowego bodźca szkoleniowego w cyklu superkompensacji, poziom wydajności przesuwa się z powrotem do wartości wyjściowej. Czas trwania krzywej zależy od intensywności obciążenia i od osoby. Dla sytuacji w naszym przykładzie można przyjąć przedział około 1-3 dni między T0 i T3.

2 WPŁYW REGULACJI WYSOKOŚCI STOŁÓW NA UKŁAD MIĘŚNIOWO-SZKIELETOWY



Ryc. 6 Zasada superkompensacji.

T0 Wystąpił bodziec obciążający, który powoduje odczuwalne zmęczenie.

T1 Jeśli ponowne obciążenie wystąpi w fazie regeneracji, pierwotny poziom wydajności nie może zostać ponownie osiągnięty. → Obciążenie jest więc postrzegane jako większe.

T2 Idealny czas na nowy bodziec obciążający. Poziom wydajności jest wyższy niż wartość wyjściowa T0 → Obciążenie jest postrzegane jako mniejsze.

T3 Jeśli obciążenie występuje po superkompensacji, nie ma różnicy względem poziomu wyjściowego T0 → Efekt treningu ponownie opadł, a obciążenie jest postrzegane jako tak samo duże, jak za pierwszym razem.

- Redukcja obciążeń dzięki zastosowaniu lżejszych części lub mechanicznych środków pomocniczych do przejmowania ładunku.
- Ukierunkowane metody treningowe, jeśli duże obciążenia są powtarzane w nieregularnych lub dość długich odstępach czasu lub
- Aktywne metody regeneracyjne, jeśli duże obciążenia występują regularnie i często w trakcie wykonywania czynności.
- Odpowiednie informacje i zwiększona świadomość zachowań ergonomicznych (zapobieganie określonym zachowaniom).

DIN 33411-1, wydanie 1982-09

«Siła fizyczna człowieka, koncepcje, wzajemne relacje, definiowanie parametrów.»

DIN 33411-4, wydanie 1987-05

«Siła fizyczna człowieka, maksymalne siły statyczne (izodyny)»

DIN 33411-5, wydanie 1999-11

«Siła fizyczna człowieka - część 5: wartości maksymalnych sił statycznych»

ISO 11226, wydanie 2000 (E)

«Ergonomia - ocena statycznych pozycji roboczych»

DIN EN 1005-3, wydanie 2009-01

«Bezpieczeństwo maszyn – Możliwości fizyczne człowieka - Część 3: Zalecane wartości graniczne sił przy obsłudze maszyn, wersja niemiecka EN 1005:2002 + A1: 2008»

Din EN ISO 6385, wydanie 2004 [zaktualizowano 10/2014]

«Zasady ergonomii w projektowaniu systemów roboczych»

Din EN ISO 26800, wydanie 2011-11

«Ergonomia - ogólne podejście, zasady i koncepcje»

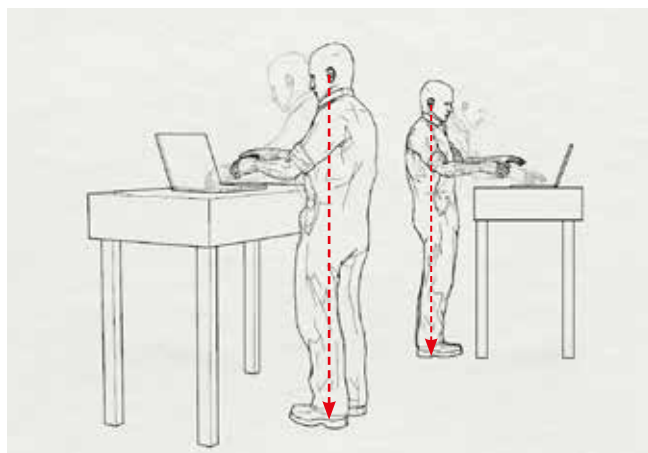
2.4 ZASADY ERGONOMICZNEGO USTAWIENIA STOŁU ROBOCZEGO

Postawę można ocenić podczas aktywności w celu ustalenia, czy miejsce pracy jest ergonomiczne. Zgodnie z opisem w rozdziale 2.3, następujące cechy postawy są uważane za ergonomiczne:

- Brak pozycji wymuszonych (klęknięcie, zginanie, przysiady, itp.)
- Regularna zmiana obciążenia i odciążenia
- Regularna naprzemienność wzorców postawy

2.4.1 Unikanie nachylonej do przodu pozycji górnej części ciała na stojącym stanowisku pracy

Przy konfrontacji ciała z grawitacją, pionową postawę określa się jako pozycję, w której segmenty ciała są idealnie ustawione względem grawitacji, jedna nad drugą. Obserwowane z boku, przewód słuchowy, obręcz barkowa i linia środkowa nogi aż do kostki nakładają się na siebie w wyimaginowanej linii pionowej (patrz Ryc. 7). Postawa stojąca charakteryzuje się ekonomicznym, minimalnym zużyciem energii i wydajnością [39]. Pochylona do przodu pozycja górnej części ciała, np. ze względu na stół roboczy, który jest zbyt niski w stojącym miejscu pracy, powoduje napięcie statyczne prostownika grzbietu. W wyniku napinania mięśni naczynia krwionośne (tętnice) ulegają zwężeniu. W dłuższej perspektywie, zbyt niskie miejsce



Ryc. 7 Pozycję pionową można zobrazować za pomocą wyimaginowanej linii pionowej między przewodem słuchowym a kostką boczną.

pracy może predysponować do napięcia, stwardnienia mięśni lub w konsekwencji do poważniejszych zaburzeń mięśni. Ból pleców jest jedną z najczęstszych dolegliwości fizycznych w populacji (D, CH) [3, 4].

- Zalecane jest maksymalne pochylenie do przodu o 20°. Czynnikiem czasu jest niestety zwykle ignorowany, ponieważ nawet przy niewielkim napięciu statycznym mikrokrażenie w mięśniach jest zmniejszone [40, 41].
- W celu utrzymania pasywnej tkanki podporowej, takiej jak krążek międzykręgowy, zaleca się wykonywanie ruchów równoważących w postaci celowego nadmiernego rozciągania kręgosłupa przez krótki okres (ryc. 8) [17, 42].



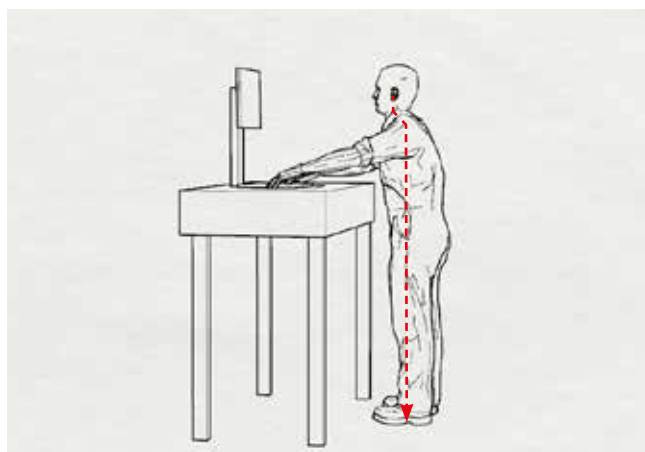
Ryc. 8 Ćwiczenie rozciągające w pozycji stojącej. Ręce są umieszczone na kości krzyżowej. Zawsze należy dopilnować, aby nadmierne obciążenie nie powodowało bólu.

2.4.2 Szyja

Powinno się unikać nadmiernego rozciągania szyi przez dłuższy czas, ponieważ powoduje to zwiększone obciążenie kompresyjne w stawach międzykręgowych i odchodzących z nich korzeniach nerwowych [43]. Ponadto kilku autorów twierdzi, że oczy wysychają szybciej, gdy ekran jest umieszczony zbyt wysoko. Powodem jest to, że łzy parują szybciej, gdy powieki otwierają się szerzej patrząc w górę [44].

Jeśli szyja jest zbyt wygięta, może to z kolei powodować napięciowe bóle głowy [45].

Zgodnie z normą ISO 1 1226 (Ergonomia - Ocena statycznych pozycji w pracy) zaleca się ustawienie kąta nachylenia w zakresie 0-25° w przypadku długotrwałych pozycji [41].



Ryc. 9 Ustawienie ekranu ma wpływ na obciążenie szyi. W tym miejscu pracy ekran ustawiony jest zbyt wysoko. W rezultacie można obciążyć stawy międzykręgowie i nerwy. Ponadto ramiona muszą być nadmiernie uniesione.

- Ryc. 9 Ustawienie ekranu ma wpływ na obciążenie szyi. W tym miejscu pracy ekran ustawiony jest zbyt wysoko. W rezultacie można obciążyć stawy międzykręgowie i nerwy. Ponadto ramiona muszą być nadmiernie uniesione.
- Ekran nie powinien zatem być ustawiony za wysoko, niezależnie od tego, czy miejsce pracy jest siedzące, czy stojące. Górna krawędź ekranu powinna znajdować się około 5 cm poniżej poziomu oczu.

2.4.3 Pozycja i ruchy nadgarstka

Zaburzenia, takie jak zapalenie ścięgien i zapalenie przyczepów ścięgniastych, np. łokieć tenisisty lub łokieć golfisty, mogą wynikać z jednostronnego, długotrwałego obciążenia mechanicznego i nietypowej pracy wszelkiego rodzaju przy nieodpowiedniej adaptacji lub przy braku adaptacji [46]. Zaburzenia te są powszechne i długotrwałe. Na przykład średni czas trwania nieobecności związanej z łokciem tenisisty wynosi 29 dni i dotyczy 30% wszystkich pracowników montażowych [27].

Mięśnie najlepiej reagują na stres, jeśli znajdują się w pozycji środkowej. Bodźce zewnętrzne lub drobne impulsy, które mogą być spowodowane na przykład przez wsuwanie wtyczek, są mniej obciążające, jeśli nadgarstek znajduje się w pozycji neutralnej.

Zwłaszcza w przypadku częstych bodźców lub sił, pozycja nadgarstka odgrywa kluczową rolę w rozwoju RSI [25, 47] (patrz także 2.3.1 Wpływ częstych powtórzeń na układ mięśniowo-szkieletowy). Należy zatem zwrócić uwagę na to, aby pozycja wyjściowa nadgarstka była możliwie najbardziej neutralna, w szczególności w przypadku czynności obejmujących duży wysiłek fizyczny i (lub) dużą liczbę powtórzeń.



Ryc. 10 Należy unikać skrajnych pozycji nadgarstka. Szczególnie lewa ręka musi być rozciągnięta daleko w tył (odgięcie grzbietowe).

Arkusze oceny ryzyka EAWS ustala limity dla pozycji stawów, powyżej których występuje negatywny wpływ na ocenę miejsca pracy. Są to wartości 45° dla zginania i rozciągania nadgarstka oraz 15° dla bocznej odgięcia w kierunku kości promieniowej lub 20° w kierunku kości łokciowej [48].

- Podczas obciążenia i poza okresem aktywności nadgarstek powinien znajdować się w pozycji neutralnej. Odpowiada to w przybliżeniu pozycji dłoni ułożonej na myszy komputerowej.
- Wysokość biurka odgrywa tutaj decydującą rolę i powinna być odpowiednio dostosowana. Jeśli stół jest zbyt niski, nadgarstek musi być rozciągany do tyłu podczas wielu czynności (odgięcie grzbietowe).
- Jeśli to możliwe, zawsze należy obracać część i nie chwycać za nią, aby uniknąć skrajnych pozycji stawów.

3 PROJEKT MIEJSCA PRACY DLA STOJĄCYCH STANOWISK PRACY

Ergonomicznie regulowane meble biurowe i ich prawidłowe użytkowanie wymagają, między innymi, niezbędnej wiedzy ze strony użytkownika [49]. Różne standardy podają szczegółowe informacje dotyczące projektowania miejsca pracy. Najpierw należy jednak zebrać informacje, aby można je było bezpośrednio zastosować.

Określenie wymiarów ciała (np. DIN 33402) służy jako podstawa danych dotyczących projektowania miejsca pracy. Przy projektowaniu miejsca pracy zazwyczaj podawane są trzy pomiary dla mężczyzn i kobiet, ograniczone do 5. (tylko 5% mniejsze), 50. i 95. (tylko 5% większe) percentyla. Wartości te wynoszą zatem od 154 cm (5 percentyl dla kobiet) do 186 cm (95 percentyl dla mężczyzn). Poszczególne dane z pomiarów nie są zatem publikowane. Ponieważ wszystkie pomiary wysokości korelują ze sobą w dużym stopniu [50], matematyczne rozszerzenie tych wartości wydaje się uzasadnione.

W związku z tym opisano dwa sposoby określania ergonomicznej wysokości stołu.

3.1 OKREŚLANIE WYSOKOŚCI BIURKA W OPARCIU O CHARAKTERYSTYKĘ POSTAWY

Biorąc pod uwagę determinanty układu mięśniowo-szkieletowego opisane w rozdziale 2, należy podać następujące cechy postawy:

- Pozycja pionowa ciała (mniej niż 20° nachylenia tułowia do przodu).
- Ramiona powinny być opuszczone w pionie, o ile to możliwe.
- Mięśnie szyi nie powinny, jeśli to możliwe, być napięte (przynajmniej przez dłuższy czas).
- Lekka aktywność mięśni brzucha (nie garbić się).
- Nadgarstki powinny przede wszystkim być w stanie pracować w pozycji środkowej - szczególnie, gdy istnieją wyższe wymagania co do siły.
- Kolana nie są w pełni rozciągnięte (lekkie, wyczuwalne napięcie mięśni przednich ud).

3.2 OKREŚLANIE WYSOKOŚCI BIURKA NA PODSTAWIE STANDARDOWYCH SPECYFIKACJI

Tabela 1 poniżej pozwala na szybką ocenę zalecanej wysokości roboczej w zależności od wysokości ciała i klasyfikacji aktywności jako niewielkiej, lekkiej lub wyętej. Niewielką aktywność definiuje się jako działania obejmujące krótkie odległości widzenia i niewielki wysiłek fizyczny. Wyęta aktywność opisują prace o wysokim stopniu wysiłku fizycznego.

Jednak to nie wysokość blatu, ale wysokość robocza jest decydująca. To z kolei zależy od przedmiotu poddawanego obróbce. Jeśli jest on szczególnie wysoki, wysokość stołu należy skorygować w dół.

Tabela 1 może zatem jedynie proponować wartość orientacyjną, a cechy z punktu 3.1. Określanie wysokości stołu w oparciu o charakterystykę postawy muszą być stale sprawdzane podczas aktywności.

Wartości są następujące: zgodnie z DIN 33406 i ÖNORM A8061 ergonomiczna regulacja wysokości stołu opiera się na wysokości łokci i rodzaju aktywności (niewielka: wysokość łokci +50 do +100 mm, lekka: -100 do -150 mm, wyęta: -150 do -400 mm). Wartości dla wysokości łokci zostały extrapolowane przez autorów z danych antropometrycznych w DIN 33402, aby umożliwić podanie indywidualnych danych dla wszystkich wysokości od 1,45 m do 2,10 m. Podana wartość odpowiada każdorazowo średniej wartości zalecanego ustawienia +2 cm jako współczynnik korekcji wysokości dla obuwia roboczego.

Tabela 1 Zalecane ustawienia wysokości stołu zależnie od wielkości ciała i rodzaju aktywności.

Wysokość	Optymalna wysokość stołu		
	Czynności precyzyjne (+/- 2.5cm)	Czynności proste (+/- 2.5cm)	Czynności trudne (+/- 2.5cm)
2.10	1.44	1.24	1.09
2.09	1.43	1.23	1.08
2.08	1.42	1.22	1.07
2.07	1.42	1.22	1.07
2.06	1.41	1.21	1.06
2.05	1.40	1.20	1.05
2.04	1.39	1.19	1.04
2.03	1.39	1.19	1.04
2.02	1.38	1.18	1.03
2.01	1.37	1.17	1.02
2.00	1.37	1.17	1.02
1.99	1.36	1.16	1.01
1.98	1.35	1.15	1.00
1.97	1.35	1.15	1.00
1.96	1.34	1.14	0.99
1.95	1.33	1.13	0.98
1.94	1.33	1.13	0.98
1.93	1.32	1.12	0.97
1.92	1.31	1.11	0.96
1.91	1.31	1.11	0.96
1.90	1.30	1.10	0.95
1.89	1.29	1.09	0.94
1.88	1.28	1.08	0.93
1.87	1.28	1.08	0.93
1.86	1.27	1.07	0.92
1.85	1.26	1.06	0.91
1.84	1.26	1.06	0.91
1.83	1.25	1.05	0.90
1.82	1.24	1.04	0.89
1.81	1.24	1.04	0.89
1.80	1.23	1.03	0.88
1.79	1.22	1.02	0.87
1.78	1.22	1.02	0.87

Wysokość	Optymalna wysokość stołu		
	Czynności precyzyjne (+/- 2.5cm)	Czynności proste (+/- 2.5cm)	Czynności trudne (+/- 2.5cm)
1.77	1.21	1.01	0.86
1.76	1.20	1.00	0.85
1.75	1.20	1.00	0.85
1.74	1.19	0.99	0.84
1.73	1.18	0.98	0.83
1.72	1.17	0.97	0.82
1.71	1.17	0.97	0.82
1.70	1.16	0.96	0.81
1.69	1.15	0.95	0.80
1.68	1.15	0.95	0.80
1.67	1.14	0.94	0.79
1.66	1.13	0.93	0.78
1.65	1.13	0.93	0.78
1.64	1.12	0.92	0.77
1.63	1.11	0.91	0.76
1.62	1.11	0.91	0.76
1.61	1.10	0.90	0.75
1.60	1.09	0.89	0.74
1.59	1.08	0.88	0.73
1.58	1.08	0.88	0.73
1.57	1.07	0.87	0.72
1.56	1.06	0.86	0.71
1.55	1.06	0.86	0.71
1.54	1.05	0.85	0.70
1.53	1.04	0.84	0.69
1.52	1.04	0.84	0.69
1.51	1.03	0.83	0.68
1.50	1.02	0.82	0.67
1.49	1.02	0.82	0.67
1.48	1.01	0.81	0.66
1.47	1.00	0.80	0.65
1.46	0.99	0.79	0.64
1.45	0.99	0.79	0.64

4 SIEDZENIE

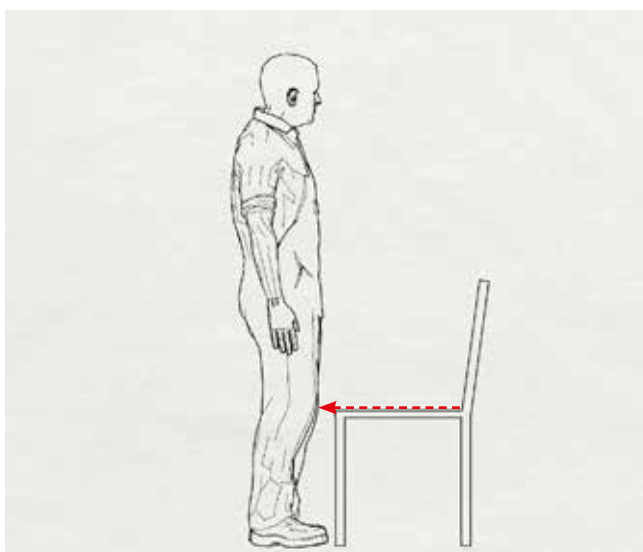
4.1 WYSOKOŚĆ STOŁÓW I KRZESEŁ NA SIEDZĄCYCH STANOWISKACH PRACY

Zasadniczo zmienne dotyczące aranżacji miejsc siedzących są opisane w sposób jednolity. Jednak w zależności od tego, czy należy dostosować wysokość stołu, czy tylko wysokość krzesła, należy wziąć pod uwagę inną kolejność czynności.

4.1.1 Siedzące stanowiska pracy, na których można dostosować wysokość krzesła i stołu

1. Dostosowanie wysokości krzesła do poziomu kolan

Jednolite zalecenie w literaturze dotyczące wysokości krzesła jest takie, że kąt w stawie kolanowym powinien wynosić $> 90^\circ$. Wysokość krzesła można zatem określić na podstawie wysokości szczyliny w stawie kolanowym. Można je ustawić w pozycji stojącej, dostosowując wysokość poduszki siedzenia do wysokości rzepki (Ryc. 11).



Ryc. 11 Regulacja wysokości krzesła. Fotel powinien być ustawiony w pozycji stojącej na wysokości rzepki.

2. Wysokość stołu na poziomie łokci

«Zasada łokcia» jest ogólnie zalecana do siedzenia, tj. Opuść luźno ramiona i ustaw przedramiona pod kątem 90° . Dolny brzeg łokcia i stół powinny być na tym samym poziomie.

4.1.2 Siedzące stanowiska pracy, na których można dostosować tylko krzesło, ale nie stół

1. Wysokość krzesła należy dostosować tak, aby łokcie znajdowały się na poziomie blatu stołu.

Wysokość łokci jest zalecaną miarą wysokości stołu. Jeśli wysokość stołu nie jest regulowana, należy odpowiednio ustawić krzesło.

2. Należy sprawdzić kąt nóg i kontakt stóp z podłożem

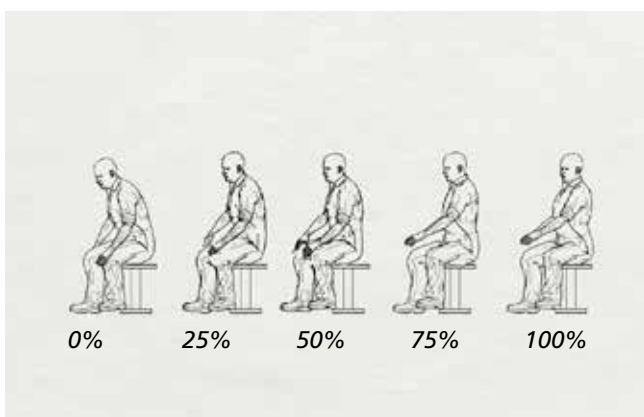
Jeśli stopy nie mają wystarczającego kontaktu z podłogą, zaleca się stołek pod stopy [44, 51].

4.2 POZYCJA SIEDZĄCA

4.2.1 Sprzeczności w zaleceniach JEDNEJ idealnej pozycji siedzącej

Zalecenia dotyczące ustawienia pleców są niejednoznaczne. Siedzenie w pozycji wyprostowanej jest podawane w większości przewodników i standardów jako model prawidłowego siedzenia i zalecane do regulacji mebli roboczych. Niezależnie od tego, że nie można utrzymać tego modelu siedzącej postawy przez cały okres pracy, w grupach ekspertów trwa dyskusja na temat tego, co oznacza «idealna» pozycja siedząca [52, 53, 54].

Silnie przygarbiona postawa jest często opisywana jako przyczyna bólu pleców [55]. Podobnie, istnieją dowody na to, że szczególnie wyprostowana postawa z tułowiem pochylonym do przodu zwiększa nacisk na krążki międzykręgowe [49, 56, 57], co może również predysponować do rozwoju bólu pleców [54].



Ryc. 12 Spionizowanie kręgosłupa od silnie zgarbionego do maksymalnie wyprostowanego. Zaleca się pozycję wyprostowaną w około 75% [61].

Podobnie jak w przypadku prawidłowej regulacji wysokości siedziska, coraz częściej zdajemy sobie sprawę, że ważna jest zdrowa pozycja siedząca [52].

Długotrwałe siedzenie jest w szczególności uważane za czynnik ryzyka bólu pleców. Brak ruchu ma negatywny wpływ na tkanki w długim okresie [14, 22, 58, 59, 60]:

- Niedobór składników odżywczych w chrząstce i więzadłach, który może prowadzić do zmniejszenia odporności na obciążenie.
- Zwrodnienie krążków międzykręgowych.
- Zwiększenie «sztywności» stawu.

4.2.2 Określanie pozycji siedzącej na podstawie charakterystyki postawy

W badaniu ankietowym fizjoterapeutów generalnie uważano za korzystne, jeśli pozycja siedząca [54, 61]:

- odpowiada 70 do 75 procent maksymalnej pozycji pionowej kręgosłupa
- odpowiada naturalnej pozycji kręgosłupa
- jest wygodna i relaksująca
- nie obciąża znacząco mięśni

4.3 POZYCJA SIEDZĄCA

Bez względu na to, która pozycja jest uważana za idealną, nie zaleca się pozostawać nieruchomo w tej pozycji przez dłuższy czas [58]. Ruch jest potrzebny, aby utrzymać sprawność komórek i odporność na obciążenie. Odnosi się to do pleców dokładnie w taki sam sposób, jak do nóg. Często mówi się o postawie siedzącej «pionowo-dynamicznej», która jest trenowana w przemysłowych szkołach zawodowych [49]. Na ustawienie kręgosłupa może w istotny sposób wpływać pozycja miednicy.

Zasadniczo można wywnioskować następujące zalecenia:

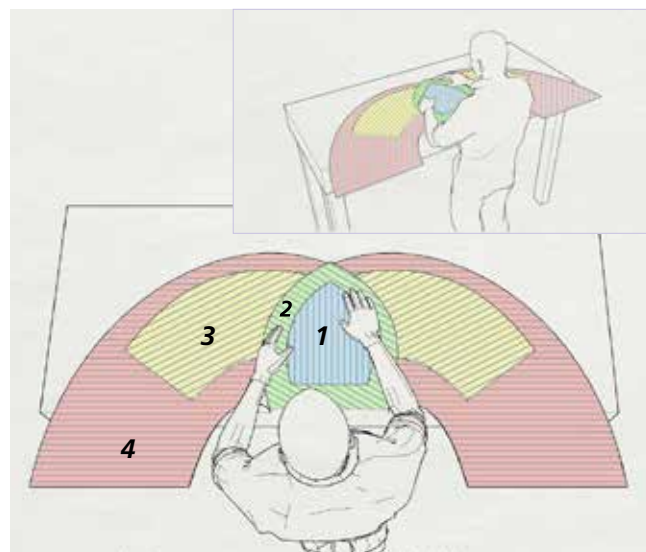
- Właściwa postawa odpowiada 70-75% maksymalnej pionowej pozycji.
- Niemniej jednak nie należy pozostawać w jednej szczególnej pozycji - tj. nawet w «idealnej pozycji».
- W miarę możliwości, należy naprzemiennie siedzieć i stać w miejscu pracy.

5 OBSZARY OBSŁUGI I KLASYFIKACJA NARZĘDZI PRACY

Obszary obsługi to zdefiniowane obszary wokół ludzi, w których przedmioty można dotykać, chwycić i przesunąć ręką bez jakiegokolwiek zasadniczej zmiany pozycji [62]. Zdefiniowane obszary obsługi mogą być pomocne przy urządzeniu i aranżowaniu miejsc pracy. Na przykład czynności manualne wymagające dużego stopnia kontroli wzrokowej powinny być wykonywane tak blisko ciała, jak to tylko możliwe, ponieważ precyzyjne ruchy stają się trudniejsze wraz ze wzrostem odległości od ciała. Oczywiście jest również, że dużych ciężarów nie należy obsługiwać z dala od ciała z powodu efektu dźwigni.

W literaturze, obszary obsługi dzieli się na trzy (np. [10]) lub cztery strefy (np. [34]). Różnica wynika z faktu, że w niektórych przypadkach pierwsza strefa nie jest oddzielnie opisana [29]:

- Strefa 1: Centrum robocze/miejsce montażu
Obie ręce pracują blisko siebie i znajdują się w centrum pola widzenia.
- Strefa 2: Rozszerzone centrum robocze
Obie ręce osiągają wszystkie punkty w tej strefie.
- Strefa 3: Strefa jednoręczna
Obszar do umieszczenia przedmiotów, które można chwycić/obsługiwać jedną ręką.
- Strefa 4: Rozszerzona strefa jednoręczna
Najbardziej oddalona, ale nadal używana strefa, np. do układania małych części w pojemnikach. W przypadku dużej liczby powtórzeń lub dużego ciężaru, obciążenie po krótkim czasie wywiera szkodliwy wpływ na układ mięśniowo-szkieletowy.



Ryc. 13 Ilustracja obszarów obsługi w miejscu pracy.

- Należy unikać czynności manualnych w obszarach zewnętrznych, ponieważ wymagają one statycznej pracy mięśni pleców i ramion, a stosunki dźwigni są niekorzystne. Te obszary są odpowiednie do przygotowania lekkich materiałów.
- Jeśli miejsce pracy jest wykorzystywane przez kilku pracowników, powinno być ono dostosowane dla najniższej osoby, ponieważ obszar obsługi wyższej osoby obejmuje mniejszą strefę.
- Można ją zmniejszyć, na przykład, poprzez ograniczenia ruchów i dlatego należy ją sprawdzić indywidualnie.

Dalsze zalecenia dotyczące projektowania miejsc pracy podano w **DIN 33402-2 Supplement 1: 2006-08**. Wytyczne do stosowania danych antropometrycznych podano w normie **DIN SPEC 33402-6**.

6 SZTUCZNE OŚWIETLENIE

Oprócz światła potrzebnego do pracy, światło ma również znaczenie dla dobrego samopoczucia, ponieważ reguluje nasz «wewnętrzny zegar». W trakcie ewolucji rozwinął się rytm dnia i nocy. Postrzegane światło, a tym samym oświetlenie w miejscu pracy, może mieć wpływ na różne procesy fizjologiczne. Oprócz regulacji częstości rytmu serca i temperatury można mierzyć również zmiany aktywności mózgu związane z koncentracją i czujnością [63, 64]. Odpowiada za to niebieska frakcja światła, która jest inaczej przetwarzana w układzie nerwowym niż inne długości fal [65].

Czynniki wpływające na światło to [66, 67]:

- Natężenie oświetlenia, wysokość oświetlenia i kolor oświetlenia
- Strumień świetlny, natężenie światła, luminancja, stopień odbicia, kontrast, odbijanie światła/odblask, migotanie/pulsacja źródła światła, cienie

Minimalne wartości są podane w normach natężenia oświetlenia, poniżej których nie może spaść poziom oświetlenia, ale które mogą być skorygowane w górę dla danej sytuacji.

Rodzaj pomieszczenia lub działalności (przykłady)	Minimalne natężenie oświetlenia w luksach (lx)	
Zgodnie ze specyfikacjami:	<i>DIN EN 12464-1:2003-03</i> <i>Niemieckie regulacje dotyczące miejsca pracy ASR A3.4</i>	
Przejścia i korytarze	100	50-150
Pomieszczenia socjalne		200
Pomieszczenia magazynowe		50-300
		N/D
Umiarkowanie precyzyjne prace montażowe	300	300
Nieprecyzyjna/umiarkowana praca mechaniczna (tolerancja > 0,1 mm)		
Zakłady produkcyjne wymagające stałej ręcznej interwencji		
Konstrukcja narzędzi, przyrządów i osprzętu	1000	
Precyzja i mikromechanika		500-1500 (np. zegarmistrz)
Biura i przestrzenie biurowe	500	500
Pisanie, czytanie, przetwarzanie danych	750	750
Rysunek techniczny (rysunek ręczny)		

Tabela 2 Wymagane natężenia oświetlenia (zgodnie z normą DIN EN 124641: 2003-03, rozdział 5.3 i niemieckie regulacje dotyczące miejsca pracy ASR A3.4, Załącznik 1)

Należy również pamiętać, że ogólna ostrość wzroku zmniejsza się w starszym wieku, a wrażliwość na olśnienie wzrasta [66].

- Światło ma podświadomy biologiczny wpływ na ludzi, co może wpływać na zdolność koncentracji i dobre samopoczucie. Ewentualne negatywne skutki niedostatecznego oświetlenia nie powinny być pomijane w analizie miejsca pracy.
- Poza typem aktywności wiek odgrywa ważną rolę w wyborze i rozmieszczeniu oświetlenia.
- W przypadku specjalnych zadań wzrokowych lub zadań zależnych od ostrości wzroku pracownika, zalecane jest dodatkowe oświetlenie w określonych obszarach [67].
- Ważne jest, aby obszar roboczy był równomiernie oświetlony i aby w poszczególnych punktach nie powstawały olśnienia ze względu na wysoki poziom jasności. Można tego uniknąć, na przykład, umieszczając światła na wystarczającej wysokości nad miejscem pracy [66].
- Jeśli w jednym miejscu pracy przebywa kilka osób, poziom oświetlenia musi być dostosowany do osoby o najniższej światłoczułości oczu, tj. osoby wymagającej najsilniejszego oświetlenia, aby móc właściwie wykonywać swoje czynności [10].

DIN SPEC 67600, wydanie 2013-04

«Biologicznie efektywne oświetlenie - wytyczne projektowe»

DIN SPEC 5031-100, wydanie 2009-1

«Fizyka promieniowania optycznego i inżynieria oświetleniowa - Część 100: Efekt melanopowy światła u ludzi - ilości, symbole i spektrum działania»

DIN 5035-8, wydanie 2007-07

«Sztuczne oświetlenie - Część 8: Oświetlenie w miejscu pracy - wymagania, zalecenia i kontrola»

DIN EN 12464-1, wydanie 2001-08

«Światło i oświetlenie - oświetlenie miejsc pracy - Część 1: Miejsca pracy w pomieszczeniach, wersja niemiecka EN 124641: 2011»

ASR A3.4 (nie dotyczy Szwajcarii), wydanie 2011-04

«Oświetlenie»

DIN EN 12665, wydanie 2001-09

«Światło i oświetlenie - Podstawowe terminy oraz kryteria określania wymagań dotyczących oświetlenia»

7 PIŚMIENICTWO

- [1] Strom, A. (Hrsg.). (2017). Anteile der zehn wichtigsten Krankheitsarten an den Arbeitsunfähigkeitstagen in Deutschland in den Jahren 2010 bis 2015: Analyse der Arbeitsunfähigkeitsdaten. [p. 19].
- [2] European Agency for Safety and Health at Work. (2017). Estimating the cost of work-related accidents and ill-health: An analysis of European data sources. Luxembourg: Publications Office of the European Union. [p. 12].
- [3] Bundesamt für Statistik BFS. (2013). Schweizerische Gesundheitsbefragung 2012: Übersicht. Neuchâtel: Schweizerisches Gesundheitsobservatorium. [p. 14].
- [4] Liebers, F. & Caffier, G. (2009). Berufsspezifische Arbeitsunfähigkeit durch Muskel-Skelett-Erkrankungen in Deutschland: Forschung Projekt F 1996. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. [p. 108, 110].
- [5] Petrini, L. & Camenzind, P. (2015). Gesundheit im Kanton Graubünden: Ergebnisse aus der Schweizerischen Gesundheitsbefragung 2012 und weiterer Datenbanken (Obsan Bericht 64). Neuchâtel: Schweizerisches Gesundheitsobservatorium. [p. 99].
- [6] European Commission, Directorate-General for Employment, Social Affairs and Inclusion (2011). Socio-economic costs of accidents at work and work-related ill health. Luxembourg.
- [7] European Agency for Safety and Health at Work. (2010). OSH in figures: Work-related musculoskeletal disorders in the EU - Facts and figures. Luxembourg: Publications Office of the European Union. [p. 3].
- [8] Statistisches Bundesamt (Hrsg.). (2014). Arbeitsunfälle und arbeitsbedingte Gesundheitsprobleme: Ergebnisse einer Zusatzerhebung im Rahmen des Mikrozensus 2013. Auszug aus Wirtschaft und Statistik September 2014, 561–574. [p. 562].
- [9] European Agency for Safety and Health at Work. (2012). Förderung des aktiven Alterns am Arbeitsplatz. [p. 1].
- [10] Merkel, T. & Schmauder, M. (2012). Ergonomisch und normgerecht konstruieren. Berlin, Wien, Zürich: Beuth. [p. 44, 84, 142-143].
- [11] Lehmann, G. (1953). Praktische Arbeitsphysiologie. Stuttgart: Thieme.
- [12] Prohl, R. & Röthig, P. (2003). Sportwissenschaftliches Lexikon (7. Aufl.). Schorndorf: Hofmann. [p. 72].
- [13] Olivier, N., Büsch, D. & Marschall, F. (2008). Grundlagen der Trainingswissenschaft und -lehre. Schorndorf: Hofmann. [p. 24].
- [14] Weineck, J. (2004). Optimales Training: Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings (15. Aufl.). Balingen: Spitta. [p. 51, 962, 1041].
- [15] van den Berg, F. & Arendt-Nielsen, L. (2010). Angewandte Physiologie (3. Aufl.). Stuttgart: Thieme. [p. 151].
- [16] Güllich, A. & Krüger, M. (Hrsg.) (2013). Sport: Das Lehrbuch für das Sportstudium. Berlin, Heidelberg: Springer. [p. 446, 193].
- [17] Dölken, M. & Hüter-Becker, A. (2015). Physiotherapie in der Orthopädie (3. Aufl.). Stuttgart, New

- York: Thieme. [p. 64, 464].
- [18] Hüter-Becker, A. & Betz, U. (2006). *Das neue Denkmodell in der Physiotherapie – Band 1: Bewegungssystem* (3. Aufl.). Stuttgart, New York: Thieme. [p. 421].
- [19] Sakakibara, H., Miyao, M., Kondo, T. & Yamada, S. (1995). Overhead work and shoulder-neck pain in orchard farmers harvesting pears and apples. *Ergonomics*, 38(4), 700–706.
- [20] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV). (2016). DGUV Information 208-033, 1–44. [p. 14-17, 24, 25].
- [21] Sood, D., Nussbaum, M. A., Hager, K. & Nogueira, H. C. (2017). Predicted endurance times during overhead work: Influences of duty cycle and tool mass estimated using perceived discomfort. *Ergonomics*, 60(10), 1–10.
- [22] van den Berg, F. (1999). *Angewandte Physiologie*. Stuttgart: Thieme. [p. 283, 126].
- [23] Allgemeine Unfallversicherungsanstalt (AUVA). Merkblatt 021 Ergonomie. Wien. [p. 2].
- [24] Daub, U. (2016). *Der assistierte Mensch in der Produktion: Von der Orthese zum Exoskelett*. Vortrag auf 5. Fachkonferenz: Ergonomie in der Produktion Mainz. München: Süddeutscher Verlag Veranstaltungen GmbH.
- [25] Walker-Bone, K., Palmer, K. T., Reading, I. C., Coggon, D. & Cooper, C. (2012). Occupation and epicondylitis: A population-based study. *Rheumatology*, 51(2), 305–310. [p. 4].
- [26] Kaufmännische Krankenkasse (Hrsg.). (2008). *Beweglich?: Muskel-Skelett-Erkrankungen-Ursachen, Risikofaktoren und präventive Ansätze*. Berlin, Heidelberg: Springer. [p. 126 f.].
- [27] Barmer Gmünder Ersatzkasse (GEK). (2012). *Heil- und Hilfsmittelreport 2012*. Siegburg: Asgard Verlagsservice GmbH.
- [28] Hennies, G. (1998). *Basiswissen medizinische Begutachtung: Rechtliche und inhaltliche Grundlagen des ärztlichen Fachgutachtens*. Stuttgart: Thieme. [p. 36].
- [29] Becker, M., Hettinger, T. & Wobbe, G. (1993). *Kompodium der Arbeitswissenschaft: Optimierungsmöglichkeiten zur Arbeitsgestaltung und Arbeitsorganisation*. Ludwigshafen (Rhein): Kiehl. [p. 111, 161].
- [30] Reneman, R. S., Slaaf, D. W., Lindbom, L., Tangelder, G. J. & Arfors, K.-E. (1980). Muscle blood flow disturbances produced by simultaneously elevated venous and total muscle tissue pressure. *Microvascular Research*, 20(3), 307–318. [p. 315].
- [31] Hagberg, M. (1984). Occupational musculoskeletal stress and disorders of the neck and shoulder: A review of possible pathophysiology. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 53(3), 269–278. [p. 271].
- [32] Visser, B. & van Dieën, J. H. (2006). Pathophysiology of upper extremity muscle disorders. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 16(1), 1–16.
- [33] Schwegler, J. S. & Lucius, R. (2016). *Der Mensch: Anatomie und Physiologie* (6. Aufl.). Stuttgart, New York: Thieme. [p. 310].
- [34] Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM). (2013). BGHM-Information 101: Mensch und Arbeitsplatz in der Holz- und Metallindustrie. [p. 23 f.].
- [35] Rohmert, W. (1960). *Ermittlung von Erholungspausen für statische Arbeit des Menschen*. Inter-

- nationale Zeitschrift für angewandte Physiologie einschließlich Arbeitsphysiologie, 18(2), 123–164. [p. 131].
- [36] Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (SUVA). (2010). Präzisionsarbeit in der Uhrenindustrie. [p. 7].
- [37] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). (2010). Grundausswertung der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung 2005/2006. [p. 25].
- [38] Jankolew, N. (1976). Erweiterung der Regulationsbereiche des Stoffwechsels bei Anpassung an verstärkte Muskeltätigkeit. *Medizin und Sport*, 16, 66–70.
- [39] Klein-Vogelbach, S. (2000). Funktionelle Bewegungslehre: Bewegung lehren und lernen (5. Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer.
- [40] Bertmaring, I., Babski-Reeves, K., & Nussbaum, M. A. (2008). Infrared imaging of the anterior deltoid during overhead static exertions. *Ergonomics*, 51(10), 1606–1619. [p. 1607].
- [41] Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN). (2000). ISO 11226 - Ergonomics - Evaluation of static work postures. [p. 4, 7].
- [42] McKenzie, R., Rose-Zeuner, J. & Höpner, I. (2006). *Behandle deinen Rücken selbst*. Raumatı Beach New Zealand: Spinal Publications.
- [43] Farmer, J. C. & Wisneski, R. J. (1994). Cervical spine nerve root compression. An analysis of neuroforaminal pressures with varying head and arm positions. *Spine*, 19(16), 1850–1855.
- [44] Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (SUVA). (2017). Bildschirmarbeit. [p. 12 f., 15].
- [45] Nagasawa, A., Sakakibara, T. & Takahashi, A. (1993). Roentgenographic findings of the cervical spine in tension-type headache. *Headache*, 33(2), 90–95.
- [46] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). (2007). Merkblatt zur BK Nr. 2101. [p. 1].
- [47] National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) (ed.). (1997). *Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors*. [4-1].
- [48] Institut für Arbeitswissenschaft TU Darmstadt (IAD) (Hrsg.). (2012). *Ergonomic Assessment Worksheet V1.3.3*.
- [49] Landau, K. (2009). *Medizinisches Lexikon der beruflichen Belastungen und Gefährdungen: Definitionen, Vorkommen, Arbeitsschutz* (2. Aufl.) Stuttgart: Gentner. [p. 861, 947, 949].
- [50] Greil, H. (2001). Körpermaße 2000: aktuelle Perzentilwerte der deutschen Bevölkerung im jungen Erwachsenenalter. *Brandenburgische Umweltberichte*, 10, 23–53. [p. 37].
- [51] Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM). (2013). *Arbeiten an Bildschirmgeräten: BGI 742*. BG-Information. [p. 25].
- [52] Pynt, J., Higgs, J. & Mackey, M. (2009). Seeking the optimal posture of the seated lumbar spine. *Physiotherapy Theory and Practice*, 17(1), 5–21. [p. 6].
- [53] Claus, A. P., Hides, J. A., Moseley, G. L. & Hodges, P. W. (2009). Is ‚ideal‘ sitting posture real? Measurement of spinal curves in four sitting postures. *Manual therapy*, 14(4) 404–408. [p. 404].
- [54] O’Sullivan, K. & Dankaerts, W. (2012). What do physiotherapists consider to be the best sitting spinal posture? *Manual therapy*, 17(5), 432–437. [p. 432, 435].

- [55] Womersley, L. & May, S. (2006). Sitting posture of subjects with postural backache. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 29(3), 213–218.
- [56] Kapandji, I. A. (2009). *Funktionelle Anatomie der Gelenke: Schematisierte und kommentierte Zeichnungen zur menschlichen Biomechanik ; einbändige Ausgabe - obere Extremität, untere Extremität, Rumpf und Wirbelsäule* (5. Aufl.). Stuttgart, New York: Thieme. [p. 98].
- [57] Wilke, H.-J., Neef, P., Caimi, M., Hoogland, T. & Claes, L. E. (1999). New In Vivo Measurements of Pressures in the Intervertebral Disc in Daily Life. *Spine*, 24(8), 755–762. [p. 758].
- [58] Fischer, P. (2004). Zusammengesunken oder aufrecht sitzen?: - Was ist gesünder und wie lässt sich eine gesündere Haltung trainieren? *Manuelle Therapie*, 8(4), 147–152. [p. 147, 149].
- [59] Twomey, L. T. & Taylor, J. R. (2000). *Physical therapy of the low back* (3. Aufl.). New York: Churchill Livingstone.
- [60] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) (Hrsg.). (2006). Merkblatt zu der Berufskrankheit Nr. 2018 der Anlage der Berufskrankheiten-Verordnung (BKV). [p. 3].
- [61] Fischer, P. (2012). *Tests und Übungen für die Wirbelsäule*. Stuttgart: Thieme. [p. 47].
- [62] Schmidtke, J.-F. (2013). *Ergonomie: Daten zur Systemgestaltung und Begriffsbestimmungen*. München: Hanser. [p. 697].
- [63] Pross, A., Stefani, O., Bossenmaier, S. & Bues, M. (2015) LightWork: Benutzerakzeptanz und Energieeffizienz von LED-Beleuchtung am Wissensarbeitsplatz. [p. 6].
- [64] Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN). (2015). DIN SPEC 5031-100: 2015-08 Strahlungsphysik im optischen Bereich und Lichttechnik – Teil 100: Über das Auge vermittelte, melanopische Wirkung des Lichts auf den Menschen – Größen, Formelzeichen und Wirkungsspektren. [p. 13 f.].
- [65] Deutsches Institut für Normung e. V. (DIN). (2013). DIN SPEC 67600:2013-04: Biologisch wirksame Beleuchtung – Planungsempfehlungen. [p. 11].
- [66] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV). (2016). DGUV Information 215-210, 14-17 & 27. [p. 10 ff., 19 f.].
- [67] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). (2011). Technische Regel für Arbeitsstätten ASR A3.4. [p. 7, 83].

KWESTIE PRAWNE

Adres do korespondencji:

Instytutu Fraunhofera ds. Inżynierii Produkcji i Automatyki
IPA, Biomechatronic Systems Dept
Nobelstr. 12
70569 Stuttgart
www.ipa.fraunhofer.de

Urban Daub
Telefon: +49 711 970 – 3645
urban.daub@ipa.fraunhofer.de

Autorzy: Urban Daub, Sarah Gawlick, Florian Blab

Luty 2018
DOI: 10.24406/IPA-N-481686

Licencjonowano zgodnie z CC-BY-NC 4.0
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.de>

Ilustracje: Michael Brück, Jérémy Lefint; © Fraunhofer IPA
Badanie zleczone przez Ergoswiss AG



