



INNOVATION GROWS HERE

# OmniSuit Výkonnostní list



# Úvod

## Ergonomické hodnocení podpory poskytované exoskeletem OmniSuit při manipulaci a zvedání předmětů ze země až nad úroveň ramen a držení předmětů v těchto polohách.

### Exoskelet OmniSuit

Je pasivní lehký exoskelet, který při práci podpírá svaly paží, ramen, krku a zad. Jako víceúčelový exoskelet kombinující podporu zad a ramen, OmniSuit bezproblémově poskytuje pomoc při zvedání a přenášení a může podporovat uživatele v celém vertikálním rozsahu pohybu. Díky této všestrannosti je vhodný pro logistiku, ve stavebnictví nebo výrobě, kde se často vyžaduje mnoho úkolů a pohybů.

Je vybaven integrovanými elastickými prvky, které ukládají energii pro podporu uživatele a snižují pracovní zátěž. Vědecké hodnocení modulů pro podporu zad a ramen bylo provedeno v několika studiích. Z údajů vyplývá, že OmniSuit snižuje svalovou aktivitu a oddaluje proces únavy.

Všechny hodnoty uvedené v tomto výkonnostním listu jsou průměrné hodnoty vypočtené pro všechny účastníky příslušné studie. Individuální podpora uživatele se může výrazně lišit. Záleží na mnoha faktorech, jako je tělesná velikost, hmotnost, konkrétní provedení úkolu, a dokonce i na množství tréninku, který s oblekem OmniSuit absolvoval.

Například podpora ramenních svalů při používání elektrického nářadí při práci nad hlavou vedlo k průměrnému snížení zátěže o 33 %. To znamená, že průměrné snížení zátěže u všech 32 účastníků bylo 33 %. Když se podíváme na úroveň individuální podpory, uvidíme, že někteří účastníci získali menší než průměrnou podporu a někteří obdrželi více. V příkladu s elektrickým nářadím s průměrnou redukcí 33 % mělo 25 % účastníků redukcí zátěže nižší než 25 %, zatímco 25 % účastníků obdrželo dokonce více než 40% podporu a účastník s maximální podporou využil více než 85% redukcí svalové zátěže v rameni.

V důsledku toho průměrné hodnoty poskytnou dobrý obecný údaj o výkonu, ale pouze osobní test umožní posoudit individuální úroveň opory.

### Svalová zátěž

- Oblek OmniSuit snižuje zatížení kloubů a svalů v rameni o 33 % při použití elektrického nářadí a o 36 % při manipulaci s malými předměty.
- Oblek OmniSuit snížil námahu zádových svalů o 33 % při držení břemene v předklonu.
- Maximální svalová aktivita v dolní části zad se při zvedání 6kg snížila o 21 % při použití exoskeletu.
- Když svaly pracují méně intenzivně, unaví se méně rychle.

### Únava svalů

- Modul pro podporu ramen snížil únavu ramenních svalů o 45 %, 60 % v ramenních svalech a 75 % krčních svalů při držení elektrického nářadí nad hlavou.
- Modul opěrky zad snížil únavu zádových svalů o 10 % a kyčelních svalů o 10 % až 44 %.
- Změny svalové únavy jsou souvisí se změnami v tom, jak uživatel cítí vyčerpaný a jak dlouho může úkol vykonávat.

### Srdeční úspora

- Když svaly pracují méně intenzivně spotřebovávají méně kyslíku, což může snížit srdeční frekvenci.
- Při nošení ramenní opěrky modulu při používání elektrického nářadí se srdeční náklady snížily o 15 %.
- Při použití zádového podpůrného modulu při zvedání břemen byly srdeční náklady o 7 % nižší.

### Ergonomie

- Práce nad hlavou může být nepříjemná. Modul pro podporu ramen snižuje nepohodlí v ramenu, bolest za krkem a horních částí paže.
- Uživatelé uváděli jen malé až zanedbatelné omezení jejich pohybu při použití exoskeletu.

# Vliv ramenního podpůrného modulu na svalovou zátěž

Modul ramenní opěrky snížil průměrnou zátěž ramenních svalů o 33 % při používání elektrického nářadí a o 36 % při montáži. Průměrná aktivita ramenních svalů se při statických úkolech snížila o 65 %.

## Vědecká metoda

Třicet dva účastníků z toho (15 žen) v produktivním věku (20 až 65 let) vykonávalo povolání s ramenní oporou a bez ní. Úkoly zahrnovaly používání vrtačky s elektrickým pohonem nad úrovní ramen, manipulaci s malými předměty nad úrovní ramen a držení vrtačky v ruce v různých polohách ramene s elektrickým nástrojem a bez něj.

Během těchto úkolů byla měřena srdeční frekvence účastníků, svalová aktivita, svalová únava, vnímaná únava a uživatelské zkušenosti, aby bylo možné porovnat práci s exoskeletem a bez podpory exoskeletu.

Svalová aktivita byla měřena pomocí povrchové elektromyografie. Konkrétně se měřily svaly paže (biceps brachii), ramene (přední deltový sval), krku (horní trapéz) a ramenních kloubů a dolní části zad (erector spinae na bederní úrovni).

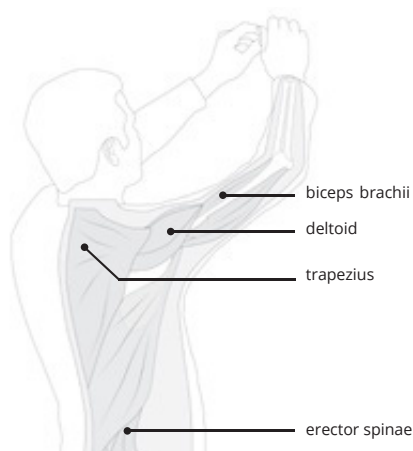
Signál byl zaznamenán a zpracován podle evropských směrnic (SENIAM). Před úkoly provedli účastníci maximální dobrovolné kontrakce. Svalová aktivita byla normalizována na nejvyšší ze dvou pokusů o maximální dobrovolnou kontrakci.

Jako ukazatel toho, jak silně svaly pracují během každého úkolu uvádíme kořenovou hodnotu střední kvadratické hodnoty normalizované svalové aktivity.

## Výhody při práci nad hlavou

Používání modulu ramenní opěrky výrazně snížilo svalovou aktivitu paží, ramen a krčních svalů při řešení různých úkolů. Průměrné snížení aktivity ramenních svalů činilo až 65 %, při držení paží v úhlu 90° před sebou před tělem. Nebyly pozorovány žádné negativní účinky, jako například dodatečná aktivace svalů dolní části zad. Aktivita zádočných svalů byla dokonce výrazně snížena i při držení 1,8 kg vážící vrtačky.

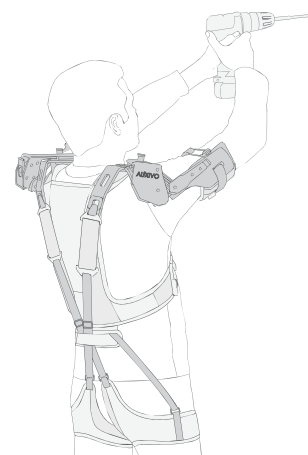
Když svaly musí pracovat méně intenzivně, pohyby se stávají přesnějšími a svaly se pomaleji unaví.



## Výhody při používání elektrického nářadí

Při upevňování šroubů pomocí vrtačky se díky ramennímu opěrnému modulu výrazně snížila průměrná svalová zátěž v ramenním kloubu.

Svaly v rameni o 33 %, v krku o 22 % a v paži o 17 %.



## Výhody při manipulaci s objekty

Při manipulaci s malými předměty nad úrovní ramen bez nástroje opora poskytovaná exoskeletem výrazně snížila svalovou zátěž horní části těla. Konkrétně se průměrná svalová zátěž ramene snížila o 36 %, krku o 34 % a paže o 37 %.

# Vliv zádového modulu na svalovou zátěž

Studie ukázala, že používání exoskeletu OmniSuit snižuje průměrnou zátěž zádových svalů až o 33 % při předklonu a až o 25 % při náklonu a až o 20 % při opakovaném zvedání těžkých břemen.

## Vědecká metoda

Třicet účastníků z toho (8 žen) v produktivním věku provedlo pracovní úkoly s a bez opory zad. Úkoly zahrnovaly zvedání břemen pod úrovní kyčlí a udržování pohybu vpřed v předklonu.

Během těchto úkolů byla měřena srdeční frekvence účastníků, svalová aktivita, svalová únava, vnímaná únava a uživatelské zkušenosti, aby bylo možné porovnat práci s oporou a bez podpory exoskeletu.

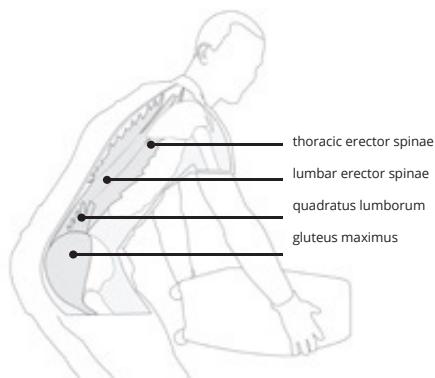
Svalová aktivita byla měřena pomocí povrchové elektromyografie. Konkrétně byly měřeny svaly v dolní části zad (bederní vzpřimovače páteře, čtyřhran bederní), horní části zad (hrudní vzpřimovače páteře), kyčlí (gluteus maximus) a břicha (rectus abdominis).

Signál byl zaznamenán a zpracován podle evropských směrnic (SENIAM). Před zvedacím úkolem účastníci provedli maximální dobrovolné kontrakce. Údaje o svalové aktivitě byly normalizovány na průměrnou hodnotu dvou maximálních dobrovolných kontrakcí.

Abychom uvedli, jak silně svaly během každého úkolu pracují, uvádíme průměrnou kvadratickou hodnotu svalové aktivity a maximální normalizovanou svalovou aktivitu.

## Výhody v polohách s předklonem

Při předklonu ve stoje nebo v kleče na zemi pracovaly zádové svaly při nošení exoskeletu výrazně méně. Při předklonu ve stoje, běžném např. v ošetřovatelství a zemědělství, byla aktivita dolní části zad snížena o 12 %. Při držení těžké krabice při předklonu se svalová aktivita zad byla snížena až o 33 %. Při předklonu v kleče, běžném např. při stavebních pracích, jako je pokládání dlaždic, se svalová aktivita dolní části zad byla snížena o 19 %.



## Gravitace pro natažení elastických prvků

Protahování elastických prvků obleku OmniSuit nevyžaduje, aby uživatelé použili další energii, protože oblek OmniSuit svou konstrukcí působí pouze proti gravitaci. Uživatelé mohou využít váhu horní části těla k natažení elastických prvků zádového podpůrného modulu tím, že se předkloní a uvolní váhu horní části těla, aby aktivovali OmniSuit. Výsledky studie potvrzují, že konstrukce zádového podpůrného modulu funguje dobře, protože při práci s exoskeletem nebyla naměřena žádná zvýšená aktivita břišních svalů.

## Výhody při zvedání břemen

Při opakovaném zvedání břemen mezi 6 až 20 kg exoskelet výrazně snížil vrcholovou svalovou aktivitu svalů dolní části zad. Špičková svalová aktivita byla snížena až o 21 %. Kromě snížení vrcholové svalové aktivity snížil exoskelet během opakovaného zvedání břemen celkovou svalovou námahu kyčelních a zádových svalů až o 16 %.

Následující graf ukazuje průměrnou svalovou aktivitu bederního svalu erector spinae během pěti zdvihů. Účastník se ohne, uchopí a zvedne závaží a poté jej položí zpět na zem. Během zvedání i spouštění závaží se maximální aktivita zádových svalů bez opory exoskeletu pohybuje mezi 40 a 60 % maximální aktivity. Při práci s exoskeletem se vrcholová aktivita zádových svalů této osoby snížila o 30 %.



# Vliv na únavu

Modul ramenní opěrky snižuje průměrnou únavu paží, krku a ramen při práci nad hlavou až o 75 %. Zatímco zádový opěrný modul snížil únavu zádových a kyčelních svalů při předklonu v průměru o 44 %.

## Vědecká metoda

Svalová aktivita byla měřena pomocí povrchové elektromyografie. Ve studii hodnotící ramenní opěrný modul byly sledovány svaly paže (biceps), ramene (deltový sval), krku (horní trapéz) a na zádech (vzpřimovač páteře). Ve studii hodnotící zádový podpůrný modul byly měřeny svaly zad (vzpřimovače páteře) a kyčle (hýžďový sval).

Signál byl zaznamenán a zpracován podle evropských směrnic (SENIAM).

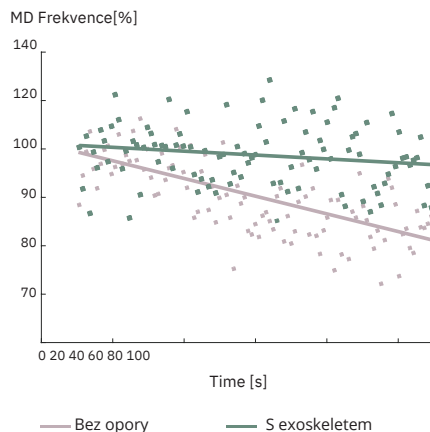
Jako ukazatel toho, jak rychle se svaly během úkolu unavují, jsme sledovali rychlost, s jakou se medián frekvence svalové aktivity v průběhu času snižuje.

Během podpírání ramen modulem účastníci hodnotili svou vnímanou námahu na desetibodové stupnici od žádné námahy až po maximální námahu.

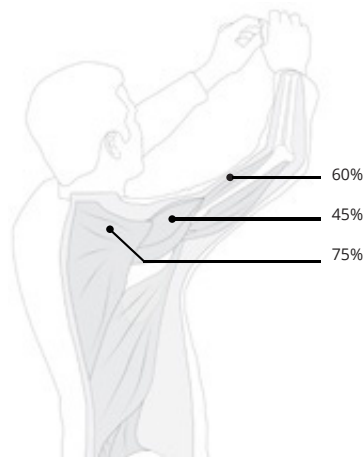
## Měření snížení svalové únavy

Když se svaly unaví, poměr mezi aktivovanými rychlými a pomalými svalovými vlákny se změní. To má za následek posun ve frekvenčním obsahu signálu svalové aktivity. Čím nižší je medián frekvence ve srovnání s počátkem úkolu, tím více jsou svaly unavené.

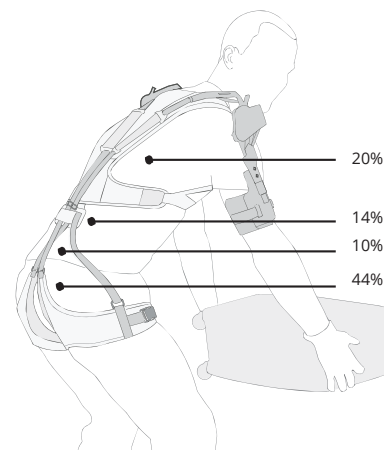
Na obrázku vidíte, že deltový sval jednoho z účastníků příkladu se unaví rychle při práci bez opory. S oporou exoskeletu během úkolu nedocházelo k žádné únavě.



U všech účastníků byla míra poklesu mediánu frekvence výrazně nižší, když měli na sobě modul s ramenní opěrkou. Ve studii snížila opora exoskeletu únavu ramenních svalů o 45 %, ramenních svalů o 60 % a krčních svalů o 75 % při držení elektrického nářadí nad hlavou.



Modul pro podporu zad snížil míru námahy o 44 % v kyčelních svalectech a o 14 % v dolní části zad při držení těžké krabice v poloze těla nakloněného dopředu.



## Vliv na vnímanou únavu

Práce nad hlavou je namáhavá. Snižená rychlost, s jakou se svaly ve studii unavily se odráží ve zkušenostech účastníků. Používání exoskeletu snížilo jimi udávanou míru námahy o 20 %. Tyto okamžité změny v pocitu únavy pravděpodobně zesílí během celodenní práce. To znamená, že pracovníci budou po celodenní práci s oblekem OmniSuit odcházet domů s pocitem menší únavy.

# Vliv na náklady na srdce

Když svaly pracují méně intenzivně, spotřebovávají méně kyslíku, což může snížit tepovou frekvenci. Použití modulu ramenní opěrky při manipulaci s elektrickým nářadím vedlo ke snížení srdečních nákladů v průměru o 15 %.

## Vědecká metoda

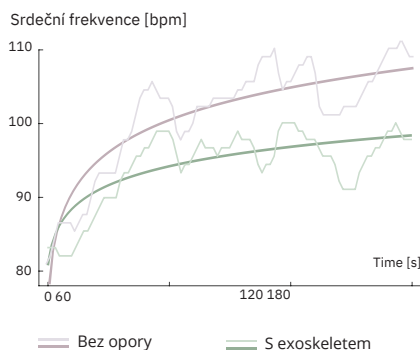
Srdeční frekvence byla zaznamenána pomocí optického snímače srdeční frekvence, který se nosil na nedominantní ruce zápěstí nebo pomocí hrudního pásu. Signál byl zpracován pomocí přiloženého softwaru pro získání tepů za minutu (bpm).

Srdeční náklady se vypočítají jako srdeční frekvence během úkolu minus klidová srdeční frekvence. Odráží dodatečné údery za minutu, které musí srdce vykonat, aby se dokončil daný úkol.

## Při zahájení úkolu

se naše svaly okamžitě aktivují a spotřebovávají kyslík. Srdce začne tlouct rychleji, aby dodalo svalům další potřebný kyslík a odstranilo odpadní produkty. Po několika minutách nepřerušované práce se srdeční frekvence stabilizuje a lze vypočítat srdeční náklady na úkol.

Na obrázku je vidět srdeční frekvence jednoho účastníka při používání motorového nářadí nad úrovní ramen s oporou exoskeletu a bez ní.



## Srdeční náklady

na upevnění šroubů pomocí vrtačky s elektrickým pohonem nad hlavou byly 21 tepů/min. Během studie se při použití modulu pro podporu ramene snížily srdeční náklady o 15 % na 18 tepů za minutu.

Srdeční náklady na manipulaci s malými předměty nad výškou ramen byly bez podpory exoskeletu 23 bpm. Během studie snížila podpora exoskeletu srdeční náklady o 12 % na 20 bpm.

Průměrná srdeční frekvence při opakovaném zvedání břemen bez exoskeletu byla 122 tepů za minutu. Při použití zádového podpůrného modulu se tato hodnota snížila na 117 tepů za minutu. Související srdeční náklady se snížily z 58 na 54 tepů za minutu, což znamená 7% úlevu pro kardiovaskulární systém.





## Kontakt

prodejce

Česká republika a Slovensko Coridalis Trade s.r.o.  
Heinemannova 2695/6, Dejvice, 160 00 Praha  
info@coriles.com www.coriles.com tel:  
00420736415387

Navrženo a zkonstruováno ve Švýcarsku

┌

┐

└

┘