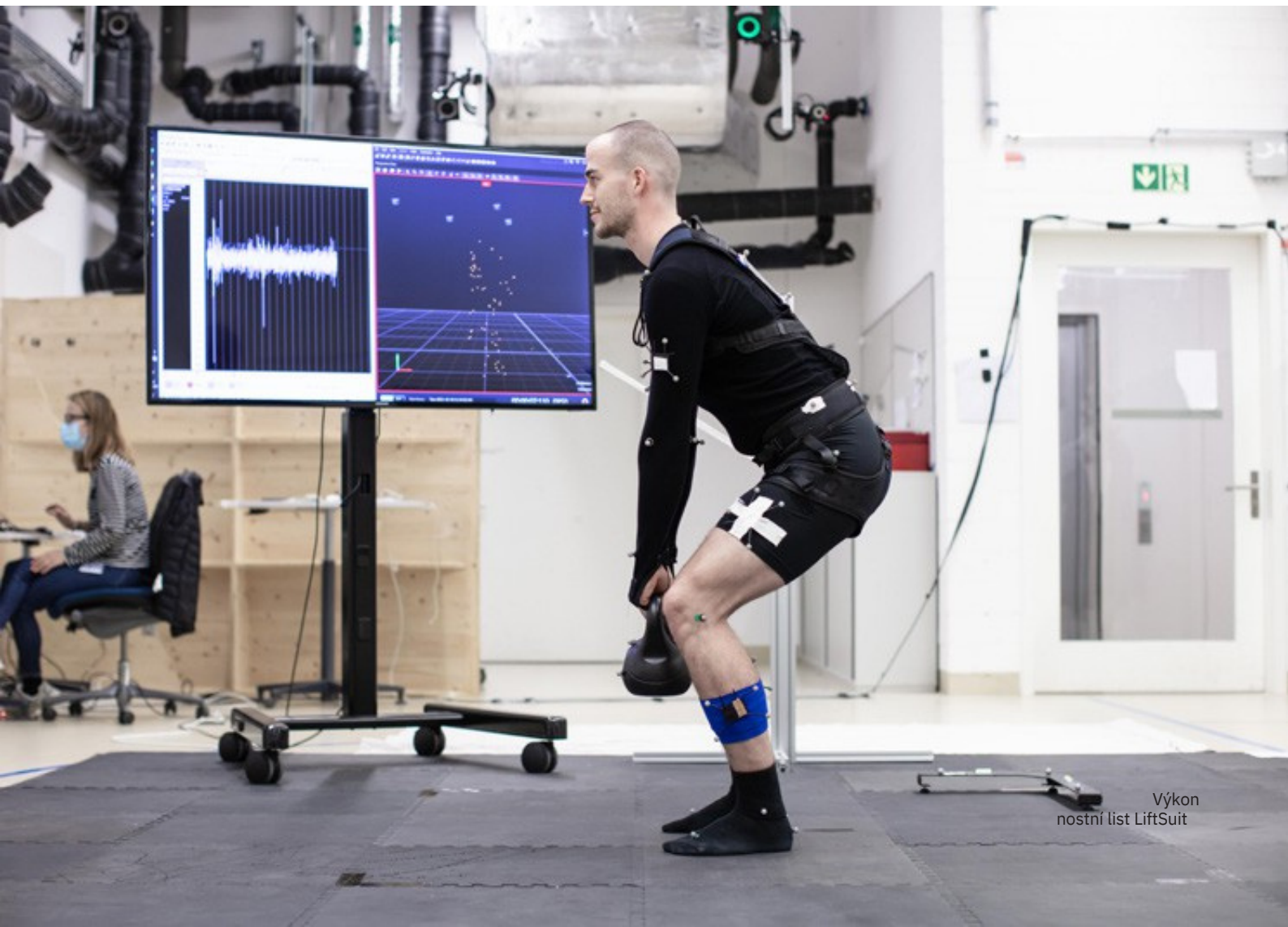




INNOVATION GROWS HERE

## Výkonnostní list LiftSuit



# Úvod

Ergonomické hodnocení opory poskytované zádovým exoskeletem LiftSuit při práci zahrnující polohy s předklonem nebo opakované zvedání předmětů u mužů a žen v produktivním věku.

LiftSuit je pasivní lehký exoskelet, který podporuje zádové a kyčelní svaly při předklonu a ohýbání. Je vybaven integrovanými elastickými prvky, které ukládají energii, aby podpořily uživatele a snížily jeho pracovní zátěž. Dvě vědecké studie provedené v testovacím zařízení exoskeletů **EUROBENCH** v nemocnici Los Madroños ve Španělsku a ve Švýcarském federálním institutu of Technology - **ETH Zurich** prokázali, že nošení obleku LiftSuit snižuje svalovou aktivitu a oddaluje proces únavy. Když se svaly unavují pomaleji, uživatel pociťuje menší únavu a může déle vykonávat stejný úkol.

## Studie v testovacím zařízení exoskeletů EUROBENCH

Cílem první studie bylo posoudit vliv podpěry LiftSuit na únavu zádových svalů při práci v předklonu. Čtrnáct účastníků (9 žen) ve věku 21 až 35 let drželo těžkou krabici v poloze předkloně dopředu. Během tohoto úkolu byla zaznamenávána svalová aktivita a únavu svalů účastníků, aby bylo možné porovnat svalovou námahu při práci s exoskeletem LiftSuit a bez ní.

## Studie na Švýcarském feder. technologickém institutu

Cílem druhé studie bylo posoudit vliv podpěry LiftSuit na svalovou aktivitu a pohybové vzorce při předklonu a opakovaných zvedacích pohybech. Třicet účastníků (8 žen) ve věku od 20 do 62 let navštívilo laboratoř rehabilitačního inženýrství, kde prováděli pracovní úkoly s exoskelety LiftSuit a bez něj. Úkoly zahrnovaly předklon a opakované zvedání závaží o hmotnosti 6 až 20 kg. Byla zaznamenávána maximální svalová aktivita, celková svalová námaha, kinematika pohybu a zkušenosti uživatele s prací s exoskeletem.

## Svalová zátěž

- LiftSuit snížil aktivitu zádových svalů o 33 % při držení břemene při držení těla v předklonu.
- Maximální svalová aktivita v dolní části zad se při zvedání 6kg snížila o 21 % s použitím exoskeletu ve srovnání se zvedáním stejného břemene bez podpory exoskeletu.
- Když svaly pracují méně intenzivně, unaví se méně rychle.

## Svalová únava

- Oblek LiftSuit snížil únavu zádových svalů o 10 % a únavu kyčelních svalů o 44 %.
- Změny svalové únavy souvisejí s tím, jak se uživatelé cítí vyčerpaní a jak dlouho mohou úkol vykonávat.

## Srdeční námaha

- Když svaly pracují méně intenzivně, spotřebovávají méně kyslíku, což může snížit srdeční frekvenci a organismus je méně unaven.
- Při zvedání břemen v obleku LiftSuit se námaha na srdeční činnost snížila o 7 %.

## Ergonomie a pohodlí

- Účastníci prováděli opakované zvedací pohyby v polodřepu takzvaná technika zvedání.
- Používání obleku LiftSuit nemělo vliv na úhel kyčelních a kolenních kloubů, což naznačuje, že účastníci nebyli omezovali v pohybu při používání exoskeletu.
- Většina účastníků (>85 %) uvedla, že jim LiftSuit nebránil v pohybu či téměř nebránil.
- Polovina uživatelů uvedla, že úroveň podpory systému LiftSuit je přesně taková, jaká má být.

# Vliv na svalovou zátěž

Studie ukázala, že používání exoskeletu LiftSuit snižuje zatížení zádových svalů až o 33 % při předklonu a až o 20 % při opakovaném zvedání těžkých břemen.

## Vědecká metoda měření aktivity svalů

Svalová aktivita byla měřena pomocí povrchové elektromyografie.

Konkrétně byly měřeny svaly v dolní části zad (bederní vzpřimovače páteře, quadratus lumborum), v horní části zad (hrudní vzpřimovače páteře), v kyčlích (gluteus maximus) a v břiše (přímý sval břišní).

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. Dva pokusy o maximální dobrovolné kontrakci.

Abychom ukázali, jak intenzivně svaly pracují během každého úkolu, uvádíme střední kvadratickou hodnotu svalové aktivity a špičkovou normalizovanou svalovou aktivitu.

## Výhody při předklonu

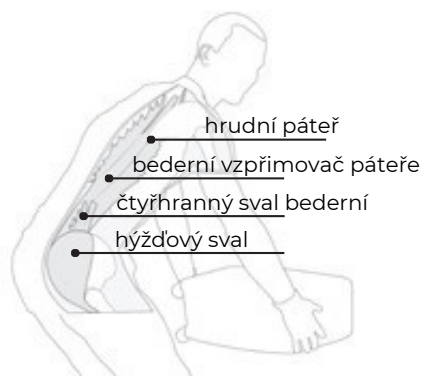
Při předklonu ve stoje nebo v kleku na zemi se zádové svaly předkloní.

S exoskeletem LiftSuit pracují svaly výrazně méně.

Při předklonu ve stoje, který je běžný např. v ošetřovatelství a zemědělství, se aktivita dolní části zad snížila o 12 %.

Při držení těžké krabice v předklonu se svalová aktivita zad snížila až o 33 %.

Při předklonu v kleče, běžném např. při stavebních pracích, jako je pokládání dlaždic, se svalová zátěž dolní části zad snížila o 19 %.



## Gravitace k natažení pružných prvků

Protažení pružných prvků LiftSuit nevyžaduje od uživatelů další energii, protože jeho konstrukce působí pouze proti gravitaci. Uživatelé mohou využít váhu horní části těla k natažení elastických prvků exoskeletu LiftSuit tím, že se předkloní a přenesou váhu horní části těla na exoskelet LiftSuit. Výsledky studie potvrzují, že tato konstrukce funguje dobře, protože při práci nebyla naměřena žádná zvýšená aktivita břišních svalů s exoskeletem LiftSuit.

## Výhody při zvedání břemen

Při opakovaném zvedání břemen o hmotnosti 6 až 20 kg exoskelet výrazně snížil vrcholovou svalovou aktivitu svalů dolní části zad. Vrcholová svalová aktivita čtyřhranu bederní páteře byla snížena až o 21 %. Kromě snížení vrcholové svalové aktivity snížil exoskelet celkovou svalovou aktivitu.

Svalovou námahu kyčelních a zádových svalů až o 16 % při opakovaném zvedání.

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



# Účinky na svalovou únavu

Ve studii se ukázalo, že užívání exoskeletu LiftSuit snižuje únavu kyčelních svalů o 44 % a svalů dolní části zad o 10 % při držení těžké krabice v poloze těla nakloněného dopředu.

## Výsledky z vědeckého měření

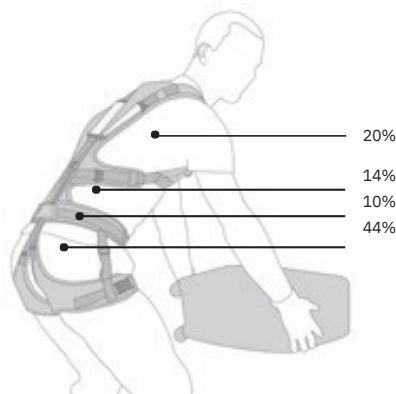
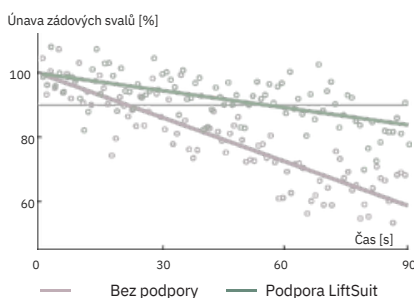
svalové aktivity pomocí povrchové elektromyografie. Konkrétně byly měřeny svaly v dolní části zad (bederní vzpřimovače páteře, quadratus lumborum), v horní části zad (hrudní vzpřimovače páteře), v kyčlích (gluteus maximus) a v břiše (přímý sval břišní) na levé a pravé straně těla.

Signál byl zaznamenán a zpracován podle evropských směrnic (SENIAM). Jako ukazatel toho, jak rychle se svaly během úkolu unavují, sledujeme rychlost, s jakou medián frekvence svalové aktivity s časem klesá. Uvádíme zde průměrnou únavu na levé a pravé straně těla u všech účastníků.

## Při únavě svalů

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

Obrázek ukazuje, že pravé svaly erector spinae jednoho z účastníků se při provádění úkolu bez opory časem unaví. S exoskeletem LiftSuit nedochází během úkolu téměř k žádné únavě.



V průměru za všechny účastníky byla rychlost, s jakou klesá mediánová frekvence, při nošení obleku LiftSuit výrazně nižší. Ve studii snížila opora obleku LiftSuit míru únavy o 44 % v kyčelních svaích a o 10 % v dolní části zad při držení těžké krabice v poloze těla nakloněného dopředu.

Snížení svalové únavy je důležité, protože předchozí výzkumy ukázaly, že kumulativní únava zádových svalů hraje roli při výskytu zranění dolní části zad u profesí, které vyžadují opakované zvedání těžkých břemen a práci v předklonu. Svalová únava souvisí také s dobou, po kterou může pracovník vykonávat určitý úkol, a s pocitem celkové únavy na konci práce. pracovní den.

# Vliv na srdce

Když svaly pracují méně intenzivně, spotřebovávají méně kyslíku, což snižuje tepovou frekvenci. Nošení exoskeletu LiftSuit při opakovaných zvedacích úkonech vedlo ke snížení srdeční námahy o 7 %.

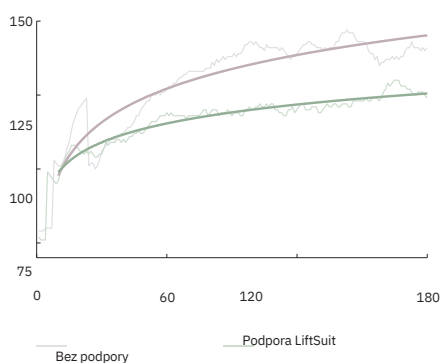
## Vědecká metoda

Srdeční frekvence byla zaznamenána pomocí polárního pás pro měření srdečního tepu kolem hrudníku a to přímo na kůži. Signál byl zpracován pomocí přiloženého softwaru k získání hodnot tepů za minutu (bpm). Srdeční výkon se vypočítá jako rozdíl mezi srdeční frekvencí při práci a při klidové srdeční frekvenci. Uvádí změřené údery za minutu, které srdce potřebuje k výkonu práce. Uvádějí se průměrné kardiologické výkony měřené u 8 účastníků.

## Při zahájení činnosti

začínají naše svaly okamžitě pracovat a využívat kyslík. Svaly tak dostávají další potřebný kyslík a odstraňují odpadní produkty, srdce začne bít rychleji. Po několika minutách nepřerušované práce se srdeční frekvence stabilizuje a lze vypočítat srdeční výkon na úkol.

Na obrázku je znázorněna tepová frekvence jednoho účastníka při opakovaném zvedání 6kg závaží z podlahy po dobu tří minut.



## Průměrná tepová

frekvence při opakovaném zvedání břemen bez exoskeletu byla 122 tepů za minutu. Při práci s exoskeletem LiftSuit se tato hodnota snížila na 117 tepů za minutu. Související srdeční výkony se snížily z 58 na 54 tepů za minutu, což znamená 7% úlevu pro kardiovaskulární systém.

Srdeční výkony až do výše 7 %



# Ergonomie a pohodlí

Oblek LiftSuit podporuje ergonomické pohyby při zvedání a nutí uživatele k ergonomické práci. Většina účastníků uvedla, že jejich pohyby nejsou při používání obleku LiftSuit omezeny.

## Vědecká metoda

Pohyby účastníků byly snímány ve 3D pomocí optického systému snímání pohybu. Při experimentu bylo na segmenty těla a klouby účastníka umístěno 58 reflexních značek. Umístění každé značky bylo zachyceno pomocí 15 kamer rozmístěné po místnosti.

Na základě biometrických údajů byl vytvořen anatomický model každého jedince.

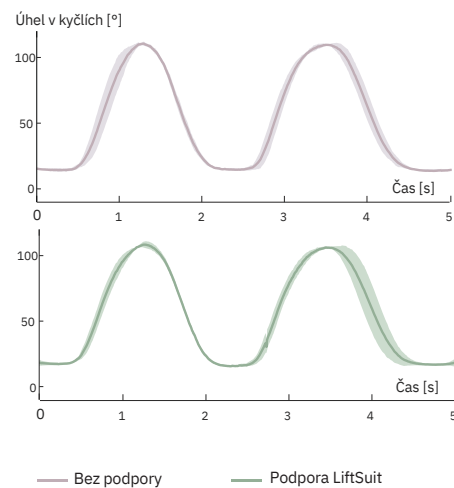
Pro posouzení ergonomie držení těla jsme vypočítali úhly v kyčlích a kolenou při opakovaném zvedání břemen. Uváděli jsme

maximální a minimální úhel v kyčlích a kolenou. Použitelnost zařízení byla hodnocena pomocí vlastního dotazníku.

## Při výkonu fyzicky těžké práce

je nezbytný ergonomický způsob pohybu. Uživatelé uvádějí, že jim LiftSuit připomíná správné provádění zvedacích pohybů.

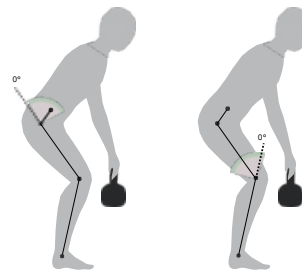
Výsledky studie ukázaly, že účastníci prováděli zvedací pohyby v polodřepu. Použití exoskeletu nemělo negativní vliv na pohybový vzorec.



## Minimální a maximální úhly v kyčlích a kolenou

se při použití obleku LiftSuit během zvedání nezměnily. Tyto výsledky naznačují, že účastníci nezměnili své pohybové vzorce a prováděli ergonomické zvedací pohyby.

Většina účastníků (> 85 %) také uvedla, že jim oblek LiftSuit nebránil v pohybu nebo téměř nebránil.



# 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

