PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

307 852

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

A63B 22/06	(2006.01)
A63B 22/08	(2006.01)
A63B 21/002	(2006.01)
A63B 21/015	(2006.01)
A63B 21/22	(2006.01)
A63B 24/00	(2006.01)
A61B 5/22	(2006.01)
G01L 3/24	(2006.01)

(19) ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2017-294**

(22) Přihlášeno: **24.05.2017**

(40) Zveřejněno: **05.12.2018**
(Věstník č. 49/2018)

(47) Uděleno: **15.05.2019**

(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **26.06.2019**
(Věstník č. 26/2019)

(56) Relevantní dokumenty:
ČERVA, Martin. Řízení rehabilitačního ergometru nové generace: Control of next generation rehabilitation ergometr. Liberec: Technická univerzita v Liberci) 2015; (Advanced rehabilitation ergometer (ARES): A technical introduction; A. Oberleitner, R. Lurf , M. Meindl, M. Bammer; Impact of Technology on Sport IV - 5th Asia-Pacific Congress on Sports Technology, APCST Vol. 13, pp. 62-68, ISSN: 1877-7058)22.08.2011.
CZ 29489 U1; EP 0801963 A1; US 4141248 A; GB 2546113 A; EP 2949367 A1; WO 2009026604 A2; WO 0164297 A2; DE 3103259 A1.

(73) Majitel patentu:
Technická univerzita v Liberci, Liberec, Liberec I-Staré Město, CZ
Krajská nemocnice Liberec,a.s., Liberec, Liberec I-Staré Město, CZ
Centrum léčebné rehabilitace Liberec, s.r.o., Liberec, Liberec II-Nové Město, CZ

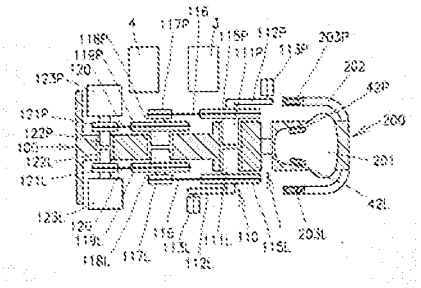
(72) Původce:
Ing. Josef Černohorský, Ph.D., Pěnčín, CZ
Ing. Martin Diblík, Ph.D., Liberec, Liberec XV-Starý Harcov, CZ
Ing. Marcel Horák, Ph.D., Liberec, Liberec V-Kristiánov, CZ
MUDr. Libor Kučera, Liberec, Liberec XXX-Vratislavice nad Nisou, CZ
MUDr. Vojtěch Kotek, Liberec, Liberec I-Staré Město, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing. Dobroslav Musil, Zábrdovická 801/11, 615 00 Brno Židenice, Zábrdovice

(54) Název vynálezu:

Rehabilitační ergometr a způsob jeho řízení

(57) Anotace:
Vynález se týká způsobu řízení rehabilitačního ergometru, zvláště ergometru simulujícího funkci jízdního kola, při kterém osoba vykonává kondiční nebo rehabilitační cvičení, nebo při kterém se zjišťuje fyzický a/nebo zdravotní stav osoby a/nebo orgánů osoby, zvláště stav dolních končetin a s nimi souvisejících tělesných partií, při kterém se zjišťuje vynakládaný výkon měřením krouticího momentu a/nebo zatížení jednotlivých tělesných partií, přičemž klika (112L, 112P), která se aktuálně pohybuje z horní úvrati do dolní úvrati, přemáhá protisměrně působící sílu, resp. moment síly, přičemž se její okamžitá poloha v krátkých intervalech snímá a její polohou je polohově řízena klika (112L, 112P), která se aktuálně pohybuje z dolní úvrati do horní úvrati, přičemž případně vznikající polohový rozdíl je průběžně vyhodnocován a eliminován korekčním pohybem v rámci polohového řízení, přičemž se před zahájením cvičení nastaví nezávisle na sobě výchozí zatížení jedné a druhé kliky (112L, 112P). Po zahájení cvičení se při nastaveném výchozím zatížení automaticky měří a vypočítávají parametry skutečného pracovního zatížení, na které se automaticky nezávisle na sobě změní výchozí zatížení jedné a druhé kliky (112L, 112P) pedálového středového uložení (110), přičemž se případně tyto parametry v průběhu cvičení automaticky korigují. Vynález se rovněž týká rehabilitačního ergometru, zvláště ergometru typu jízdního kola, jehož prostředky umožňují jeho řízení výše uvedeným způsobem.



CZ 307852 B6

Rehabilitační ergometr a způsob jeho řízení

Oblast techniky

Způsob řízení rehabilitačního ergometru, zvláště ergometru simulujícího funkci jízdního kola, při kterém osoba, která jej používá, je v kontaktu s ergometrem tím, že sedí na jeho sedadle a opírá se o jeho rukojeť alespoň jednou rukou, přičemž vykonává kondiční nebo rehabilitační cvičení, nebo při kterém se zjišťuje fyzický a/nebo zdravotní stav osoby a/nebo orgánů osoby, která jej používá, zvláště stav dolních končetin a s nimi souvisejících tělesných partií, při kterém se zjišťuje vynakládaný výkon měřením krouticího momentu, a/nebo zatížení jednotlivých tělesných partií, přičemž se před zahájením měřeného cvičení nastaví nezávisle na sobě výchozí zatížení jedné a druhé kliky.

Rehabilitační ergometr, zvláště ergometr typu jízdního kola, obsahující prostředky k jeho řízení výše uvedeným způsobem, přičemž ergometr obsahuje sedlo, opěrnou konzolu pro oporu rukou, pedálové středové uložení a dva samostatné motory, přičemž kliky pedálového středového uložení jsou upevněny k samostatným klikovým hřídelům, které jsou axiálně nehybně uloženy v středovém náboji hřídelů, přičemž kliky jsou vůči sobě otočné, přičemž každý pedál je spřažen převodem s tvarovým stykem s jedním samostatným motorem.

Dosavadní stav techniky

S rozvojem cyklistiky roste počet zařízení, která simulují jízdu na kole a umožňují provádět cyklistický trénink v tělocvičnách, domácnostech a podobně. Moderní zařízení jsou vybavena prostředky pro hodnocení dosahovaných výkonů, která uživatele informují o výkonu uživatele, o frekvenci otáčení pedálů a vynaložené síle na překonávání odporu proti šlapání, který je obvykle nastavitelný.

Jízdní simulátor představuje pro uživatele jízdu na kole, při které jsou klouby nohou zbaveny zatížení hmotností těla, jedoucí osoba v podstatě pohodlně sedí a navíc na simulátoru jízdy je ve stabilní poloze bez nebezpečí pádu. Jízdní simulátor má proto význam i pro rehabilitační sportovní činnost využívanou například po úrazech nebo při snížení hybnosti v důsledku nervosvalových onemocnění. Zde je již výhodné, aby užitné vlastnosti simulátoru byly rozšířeny o možnosti jeho úprav, především o vzájemné oddělení pedálů a možnost nezávislého nastavení například odlišné silové zátěže proti šlapání u jednoho a druhého pedálu.

Zařízení podle WO 97/26948 má středový náboj v ose otáčení klik pedálů, ve kterém je možné oddělit klikové hřídele jedné a druhé kliky. Na klikovém hřídeli každého pedálu je pevně nasazena hnací řemenice, která je opásána hnacím řemenem, kterým je spřažena se setrvačníkovou řemenicí. Hnací řemenice je na válcovém osazení menším, než je průměr válcové plochy pro hnací řemen, opásána brzdovým řemenem, který tak tvoří pásovou brzdu působící proti otáčení hnací řemenice. Zařízení obsahuje snímače výkonu uživatele, „ujeté dráhy“ a „rychlosti jízdy“. Takový trenažér je určen především pro tréninkové účely, kde cílem setrvačníků je střídavé výrazné zvětšování a zmenšování síly proti odporu šlapání při změnách frekvence šlapání.

Zařízení podle EP 1294452 B1 má vzájemně nezávislé uspořádání pedálů, přičemž každý z pedálů je spojen řetězovým převodem se samostatným pomocným motorem s regulovatelným výkonem. Na stejném hřídeli s pomocným motorem je upevněn setrvačník, který má podobný význam jako u výše uvedeného řešení podle WO 97/26948. Navíc na každý ze setrvačníků je možné působit blíže neznázorněnou brzdou. Uživatel si tak může snížit svůj výkon připojením pomocného motoru, nebo naopak zvyšovat svůj výdej energie brzděním setrvačníků. Na klikovém hřídeli každého pedálu je umístěno čidlo krouticího momentu a/nebo čidlo otáček

spojené s výpočetní jednotkou spřaženou se zobrazovacím zařízením, kterým je monitor. Klikový hřídel obou pedálů je možné mechanicky spojit uvnitř středového náboje čepem buď v obvyklé poloze pedálů, tedy přesazené o 180°, nebo mají obě kliky vzhledem k ose vzájemně spojených klikových hřídelů stejnou polohu.

Popsaná známá zařízení mají využití pro trénink, nebo splňují požadavky pro rehabilitaci při určitých zdravotních stavech. Z lékařského hlediska nejsou vhodná pro diagnostiku zdravotního stavu pro potíže při různém stavu dolních končetin.

Na konferenci Fakulty mechatroniky, informatiky a mezioborových studií TUL Liberec bylo v roce 2015 zveřejněno „Řízení rehabilitačního ergometru“. Ergometr má vzájemně oddělené hřídele středového uložení klik pedálů, které jsou připojeny k samostatným servomotorům a vytvářejí tak elektronický hřídel realizovaný elektronickou vačkou. Zátěž klik využívá momentového řízení klik, kdy proti pohybující se končetině působí zatěžovací krouticí moment, který je možné přesně definovat. Nastavení požadovaných parametrů provádí obsluha ergometru před zahájením cvičení a dále je během cvičení upravuje s ohledem na požadavky a pocity cvičícího. Ergometr obdobné úrovně je popsán v užitném vzoru CZ 29489 U1. Takové zařízení ovšem vyžaduje zkušenou obsluhu, avšak ani tak přítomnost lidského faktoru neumožňuje zajistit objektivně porovnatelné podmínky cvičení a výsledky z hlediska diagnostických požadavků.

Dokument EP 801963 A1 řeší především ergonomii tréninkového, diagnostického a rehabilitačního zařízení, tedy například sklon sedadla, vzájemnou polohu sedadla a středového náboje klik pedálů, přičemž klikový hřídel je spřažen s jedním elektromotorem s volitelnými otáčkami a směrem otáčení, přičemž uživatel působí silou ve směru nebo proti směru „jízdy“ při udržování konstantních otáček nebo konstantního otáčivého momentu. Rovněž dokument US 4141248 A popisuje ergometr s mechanicky trvale mechanicky spřaženými klikami pedálů, což neumožňuje určit míru zatížení levé nebo pravé nohy.

Ergometr podle GB 2546113 A má rovněž společný hřídel obou klik pedálů spojený se jedním společným elektromotorem, je tedy možné sledovat pouze úhrnnou zátěž a nikoliv odměřovat nezávisle na sobě zatížení jedné a druhé nohy.

Cílem vynálezu je odstranit nebo zmírnit nedostatky zařízení podle dosavadního stavu techniky, zjednodušit pohon, snímání měřených parametrů a obsluhu ergometru a především vyloučit negativní vliv obsluhy na nastavení zatěžovacích parametrů a tím umožnit objektivní posouzení stavu pacienta nebo cvičence používajícího ergometr.

Podstata vynálezu

Cíle vynálezu je dosaženo způsobem řízení rehabilitačního ergometru, zvláště ergometru simulujícího funkci jízdního kola, při kterém se zjišťuje vynakládaný výkon měřením krouticího momentu, a/nebo zatížení jednotlivých tělesných partií, jehož podstata spočívá v tom, že klika, která se aktuálně pohybuje z horní úvrati do dolní úvrati, přemáhá protisměrně působící sílu, resp. moment síly, přičemž se její okamžitá poloha v krátkých intervalech snímá a její polohou je polohově řízena klika, která se aktuálně pohybuje z dolní úvrati do horní úvrati, přičemž případně vznikající polohový rozdíl je průběžně vyhodnocován a eliminován korekčním pohybem v rámci polohového řízení, přičemž po zahájení cvičení se při nastaveném výchozím zatížení automaticky změří a vypočtou parametry požadovaného pracovního zatížení, na které se automaticky výchozí zatížení jedné a druhé kliky pedálového středového uložení nezávisle na sobě změní, přičemž tyto pracovní parametry se v průběhu cvičení případně automaticky dále korigují. Vzájemná úhlová poloha obou klik se v průběhu cvičení pohybuje v rozmezí 180° ±1°.

Je výhodné, že se měřené parametry se nastavují a v průběhu měření sledují prostřednictvím zobrazovacího prostředku, přitom se měřené parametry v průběhu měření ukládají do paměťového média.

Před měřením se přizpůsobí vzájemná poloha sedadla a pedálového středového uložení postavě uživatele.

Cíle vynálezu je také dosaženo rehabilitačním ergometrem, zvláště ergometrem typu jízdního kola, obsahujícím prostředky k jeho řízení výše uvedeným způsobem, přičemž samostatné motory oddělených hřídelů klik jsou dvourežimové servoměniče, jejichž pracovní režimy se automaticky mění po polovině otáčky klikových hřídelů vždy v horní a dolní úvrati kliky, přičemž při pohybu kliky z horní úvrati do dolní úvrati je jí příslušný servoměnič řídicím motorem a při pohybu kliky z dolní úvrati do horní úvrati je jí příslušný servoměnič podřízeným motorem, přičemž jeho podstatou je to, že k udržování časové symetrie obou pohybů je ergometr opatřen PI regulátory k plynulé průběžné regulaci doplňkového momentu, přičemž ergometr dále obsahuje zobrazovací prostředek alespoň pro kontinuální sledování krouticího momentu na pedálovém středovém uložení a rychlosti otáčení klikových hřídelů, přičemž získaná data jsou uložena jako datové objekty v řídicí jednotce ergometru.

Objasnění výkresů

Zařízení podle vynálezu je schematicky znázorněno na výkrese, kde je na obr. 1 boční pohled na ergometr a na obr. 2 půdorysný pohled s částečným řezem rámu v místech uložení rotačních součástí.

Příklady uskutečnění vynálezu

Zařízení podle vynálezu je v dalším textu uváděno jako „ergometr“. Je ovšem nejen rehabilitačním ergometrem, ale i diagnostickým prostředkem k vyšetření tělesného stavu a kondice. Může rovněž sloužit i jako rehabilitační prostředek pro osoby po úrazech, osoby částečně ochrnuté nebo osoby s amputovanou dolní končetinou, nebo jako tréninkový cyklistický trenažér.

Ergometr je uspořádán v dvoudílném rámu 1, jehož přední část 100 nese dále popsané zatěžovací a/nebo pomocné hnací prostředky a středové uložení 110 pedálů, a jeho zadní část 200 nese sedadlo 201 a opěrnou konzolu 202 pro opření rukou uživatele. Přední část 100 rámu 1 a zadní část 200 rámu 1 jsou vzájemně vázány blíže neznázorněným posuvným prostředkem 10, kterým lze nastavit a následně fixovat podélnou vzdálenost středového uložení 110 a sedadla 201. Sedadlo 201 je opatřeno neznázorněným prostředkem pro nastavení jeho výškové polohy. Dále je ergometr opatřen zobrazovacím prostředkem 3, kterým je v příkladném provedení dotykový displej, který je také prostředkem pro nastavování provozních režimů a zobrazení průběhu aktuálních parametrů podle silových parametrů dosahovaných uživatelem, přičemž zobrazovací prostředek je připojen k elektronické řídicí jednotce 4.

Pedálové středové uložení 110 má klikový hřídel tvořený dvěma samostatnými částmi souose otočně uloženými v rámu 100, kterými jsou levý klikový hřídel 111L a pravý klikový hřídel 111P. Ke klikám 112L a 112P jsou připojeny pedály 113L, 113P, každý je opatřen klipsnou 114L, 114P.

Na klikových hřídelích 111P a 111L jsou upevněny hnací ozubené řemenice 115L, 115P prvních převodů, které jsou spojeny ozubenými řemeny 116 s hnanými ozubenými řemenicemi 117L, 117P upevněnými na levém a pravém předlohovém hřídeli 118L a 118P. Předlohové hřídele 118L a 118P jsou stejně jako klikové hřídele 111P a 111L samostatné a na sobě nezávislé. Na

předlohových hřídelích 118L a 118P jsou dále upevněny ozubené řemenice 119L, 119P druhých převodů, které jsou spojeny ozubenými řemeny 120 s řemenicemi 121L a 121P upevněnými na samostatných hřídelích 122L a 122P elektromotorů.

Je zřejmé, že popsaný převod ozubeným řemenem může být v neznázorněném provedení nahrazen převodem řetězovým. Jeho nevýhodou je však jeho hlučnost a tvrdší záběr.

Dvěma sériově zařazenými převody mezi klikovými hřídeli 111P a 111L pedálového středového uložení 110 a hřídeli 122L a 122P elektromotorů, kterými jsou dvourežimové servoměniče 123L a 123P, je dosaženo s výhodou velkého převodového poměru, v neznázorněném provedení mohou být tyto dva převody nahrazeny jedním převodem.

Opěrná konzola 202 pro opření rukou uživatele je na svých koncích po stranách sedadla 201 opatřena rukojetěmi 203L, 203P, na nichž jsou v příkladném provedení umístěna tlaková čidla 41L, 41P. Sedadlo 201 je v příkladném provedení na bocích dosedací plochy rovněž opatřeno tlakovými čidly 42L, 42P. Servoměniče 123L, 123P a čidla 41L, 41P, 42L, 42P jsou připojena k řídicí jednotce 4 a/nebo k zobrazovacímu prostředku 3.

Vzájemné oddělení řetězců na levé a pravé straně počínaje pedály 113L, 113P, až po servoměniče 123L a 123P, umožní sledovat nezávisle pravou a levou dolní končetinu v různých režimech a při různých zatíženích.

Pedál 113L, 113P, který se aktuálně pohybuje z horní úvrati do dolní úvrati, pracuje proti zátěži dané požadavkem lékaře nebo terapeuta. Jemu příslušný servoměnič 123L a 123P je v řídicím režimu („master“). Servoměnič 123L a 123P druhého pedálu 113L, 113P, který se aktuálně pohybuje z dolní úvrati do horní úvrati, je v podřízeném režimu („slave“) řízen polohově tak, že jeho poloha je v krátkých časových intervalech aktualizována podle okamžité polohy servoměniče 123L a 123P, který je aktuálně v řídicím režimu. Zařízení obsahuje neznázorněné známé PI regulátory k regulaci „doplňkového“ momentu za účelem zajištění symetrického pohybu jak z hlediska celkového času půlotáček klikového hřídele 111P a 111L, tak i z hlediska časového průběhu těchto půlotáček.

Prostředkem pro sledování zátěže na pedálovém středovém uložení 110 je zde kontinuální sledování krouticího momentu, přičemž informace o velikosti krouticího momentu je získávána zprostředkovaně z hodnoty proudu jako momentotvorné složky z měniče proudu servoměničů 123L a 123P. Prostředkem pro kontinuální sledování rychlosti otáčení klikových hřídelů 111L, 111P středového uložení 110 jsou resolvery, které jsou součástí servoměničů 123L a 123P. Servoměniče 123L a 123P mohou rovněž pracovat jako aktivní pomocné motory s dopomocí šlapání, což je zvláště výhodné pro některé typy rehabilitace. Úroveň dopomoci je s výhodou řízena automaticky prostřednictvím řídicí jednotky 4 ergometru.

Použití servoměničů 123L, 123P nevyžaduje použití dalších brzdových prostředků. Navíc nastavením vzájemné úhlové polohy servoměničů 123L, 123P se nastaví jakákoliv vzájemná poloha klik 112L a 112P s pedály 113L, 113P. Velikost zátěže nebo naopak úroveň pomoci ve směru šlapání lze měnit během provozu v průběhu otáčení třeba i vícekrát během jedné otáčky, což ale většinou pro provoz ergometru není žádoucí a tato vlastnost zařízení se obvykle nevyužívá. Z důvodu zdravotních je většinou žádoucí, aby vzájemná úhlová poloha klik 112L, 112P byla trvale dána úhlem 180°, pokud možno v úzké toleranci ± 1°. Z diagnostických důvodů je rovněž důležité, že ergometr není opatřen setrvačníky mezi klikami 112L, 112P a servoměniči 123L, 123P, jejichž setrvačnými hmotami by byly zkresleny lokální strmé části průběhu zvyšování a klesání zátěže a vynakládané síly k jejímu překonání. Naopak u ergometru podle vynálezu jsou pohybující se součásti navrženy s ohledem na jejich co nejmenší moment setrvačnosti. Například ozubené řemenice 115, 117, 119, 121, jsou vyrobeny z lehkých slitin, navíc velké ozubené řemenice 115, 119 mají co nejpříznivější rozložení hmoty vzhledem k jejich osám otáčení.

Nastavené parametry, především střídání režimu zátěže při pohybu kliky 112L, 112P, resp. příslušného pedálu 113L, 113P na levé a pravé klice 112L, 112P se přitom nemění v závislosti na čase, a tedy podle rychlosti šlapání, ale jen v závislosti na poloze klik 112L a 112P. Okamžik tohoto střídání je dán horní úvratí kliky, ve které začíná režim jejího zatížení příslušným servoměničem 123L, 123P.

Nastavování provozních parametrů se provádí prostřednictvím dotykového displeje 3 a řídicí jednotky 4. Na displeji 3 se za provozu zařízení sleduje okamžitá hodnota těchto parametrů. Celý průběh měření nebo jeho části je možné rovněž ukládat do interní paměti řídicí jednotky 4 nebo do neznázorněné paměti externí.

Komplexní informaci o zatížení jednotlivých partií těla uživatele doplňují výše uvedená tlaková čidla 41L, 41P v rukojetích 203L, 203P, a tlaková čidla 42L, 42P na sedadle 201. Hodnoty tlaku mezi dlaněmi uživatele a rukojetěmi 203L, 203P a mezi sedací plochou těla a sedadlem 201 se při šlapání obvykle mění a charakterizují možnou deformaci zad a paží a napětí v těchto částech těla.

Dále jsou uvedeny tři konkrétní programovatelné funkční režimy, které ergometr podle vynálezu umožňuje, ale které zde nejsou předmětem ochrany.

Prvním režimem je procvičování obou končetin. V uživatelském rozhraní je možné zadat až 10 definičních bodů (poloha kliky 112L a 112P pedálu, zatěžovací moment), mezi nimiž je žádaný krouticí moment interpolován. V tomto režimu je možné zadat libovolný krouticí moment (zátěž i dopomoc v rozsahu 0 až 180°) pro levou i pravou nohu nezávisle na sobě, přičemž výchozí poloha kliky 112L a 112P je volena dle potřeb uživatele a je rovněž nastavitelná z uživatelského rozhraní. Poloha kliky 112L a 112P na začátku zatěžování tedy nemusí nutně souhlasit s horní úvratí. U obou končetin jsou sbírána nezávisle data o rychlosti, krouticím momentu, výkonu v závislosti na poloze kliky. Zjištěná data jsou dále ukládána do paměti pro diagnostické vyhodnocení. Sledování aktuálního průběhu měření umožňuje displej zařízení.

Druhým funkčním režimem je procvičování pouze jedné končetiny, levé nebo pravé. Zde je možné zadat až 20 definičních bodů hodnot krouticího momentu v plném rozsahu poloh kliky 112L, resp. 112P (0 až 360°). Druhá končetina je unášena na základě stanovené úhlové vzdálenosti. I zde jsou u obou končetin sbírána nezávisle data o rychlosti, krouticím momentu, výkonu v závislosti na poloze kliky a tato data jsou dále ukládána na disk pro diagnostické vyhodnocení, a to i pro kliku, která není programově momentově řízena.

Třetí režim je určen pro pacienty s amputovanou končetinou, který je analogický s druhým režimem, pouze jedna ze zvolených klik 112L, resp. 112P je před zahájením cvičení zaparkována a neotáčí se. Zdravá noha je potom zatěžována jak při pohybu pedálu směrem dolů, tak při pohybu nahoru, kdy je pedál tažen nártem nohy prostřednictvím klipsny 114L, resp. 114P. I v tomto případě lze nastavit proměnnou zátěž v celém průběhu jedné otáčky.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob řízení rehabilitačního ergometru, zvláště ergometru simulujícího funkci jízdního kola, při kterém osoba, která jej používá, je v kontaktu s ergometrem tím, že sedí na jeho sedadle a opírá se o něj alespoň jednou rukou, přičemž vykonává kondiční nebo rehabilitační cvičení,

nebo při kterém se zjišťuje fyzický a/nebo zdravotní stav osoby a/nebo orgánů osoby, která jej používá, zvláště stav dolních končetin a s nimi souvisejících tělesných partií, přitom při cvičení nebo při zjišťování fyzického nebo zdravotního stavu se zjišťuje vynakládaný výkon měřením krouticího momentu, a/nebo zatížení jednotlivých tělesných partií, přičemž klika (112L, 112P), která se aktuálně pohybuje z horní úvrati do dolní úvrati, přemáhá protisměrně působící sílu, resp. moment síly, přičemž se její okamžitá poloha v krátkých intervalech snímá a její polohou je polohově řízena klika (112L, 112P), která se aktuálně pohybuje z dolní úvrati do horní úvrati, přičemž případně vznikající polohový rozdíl klik (112L, 112P) je průběžně vyhodnocován a eliminován korekčním pohybem v rámci polohového řízení, přičemž se před zahájením cvičení nastaví nezávisle na sobě výchozí zatížení jedné a druhé kliky (112L, 112P), načež se po zahájení cvičení při nastaveném výchozím zatížení automaticky měří a vypočítávají parametry skutečného pracovního zatížení charakterizovaného doplňkovým momentem, **vyznačující se tím,** že doplňkový moment se reguluje PI regulátorem s cílem kompenzovat regulační chyby, tedy rozdíl mezi žádaným a aktuálním momentem, čímž se automaticky nezávisle na sobě mění výchozí zatížení jedné a druhé kliky (112L, 112P) pedálového středového uložení (110), přičemž se případně parametry skutečného pracovního zatížení v průběhu cvičení automaticky korigují doplňkovým momentem pro zajištění trvalého symetrického pohybu obou klik (112L, 112P).

2. Způsob řízení ergometru podle nároku 1, **vyznačující se tím,** že pracovní zatížení jedné a/nebo druhé kliky (112L, 112P) pedálového středového uložení (110) se nezávisle na sobě mění na aktivní dopomoc.

3. Způsob řízení ergometru podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím,** že vzájemná úhlová poloha obou klik (112L, 112P) se v průběhu cvičení pohybuje v rozmezí 180° ± 1°.

4. Způsob řízení ergometru podle kteréhokoliv z předchozích nároků, **vyznačující se tím,** že měřené parametry se nastavují a v průběhu měření sledují prostřednictvím zobrazovacího prostředku (3).

5. Způsob řízení ergometru podle kteréhokoliv z předchozích nároků, **vyznačující se tím,** že měřené parametry se v průběhu měření ukládají do paměťového média.

6. Rehabilitační ergometr, zvláště ergometr typu jízdního kola, obsahující prostředky k jeho řízení způsobem podle nároku 1, přičemž dále obsahuje sedlo (201), opěrnou konzolu (202) pro oporu rukou, pedálové středové uspořádání (110) a dva samostatné elektromotory, přičemž kliky (112L, 112P) pedálového středového uložení (110) jsou upevněny k samostatným klikovým hřídelům (111L, 111P), které jsou axiálně nehybně uloženy v středovém náboji hřídelů (111L, 111P), přičemž kliky (112L, 112P) jsou vůči sobě otočné, přičemž každý pedál (113L, 113P) je spřažen převodem s jedním samostatným elektromotorem, sedlo (201), opěrná konzola (202) pro oporu rukou a pedálové středové uspořádání (110) jsou vzájemně polohově přestavitelné pro přizpůsobení velikosti uživatele, přitom převod mezi pedálem a samostatným elektromotorem je převod s tvarovým stykem, přičemž samostatné elektromotory jsou dvourežimové servoměniče (123L, 123P), jejichž pracovní režimy se automaticky mění po polovině otáčky klikových hřídelů vždy v horní a dolní úvrati kliky (112L, 112P), přičemž při pohybu kliky (112L, 112P) z horní úvrati do dolní úvrati je jí příslušný servoměnič (123L, 123P) řídicím motorem („master“) a při pohybu kliky (112L, 112P) z dolní úvrati do horní úvrati je jí příslušný servoměnič (123L, 123P) podřízeným motorem („slave“), přičemž ergometr dále obsahuje zobrazovací prostředek (3) alespoň pro kontinuální sledování krouticího momentu na pedálovém středovém uložení (110) a rychlosti otáčení klikových hřídelů (111L, 111P), přičemž získaná data jsou uložena v řídicí jednotce (4) ergometru, **vyznačující se tím,** že k udržování časové symetrie pohybů obou pedálů (113L, 113P) je ergometr opatřen PI regulátory k plynulé průběžné regulaci doplňkového momentu.

7. Ergometr podle nároku 6, **vyznačující se tím,** že pedál (113L, 113P) je spřažen se servoměničem (123L, 123P) alespoň jedním převodem s ozubeným řemenem (116, 120), přičemž

na každém klikovém hřídeli (111L, 111P) a na každém hřídeli (122L, 122P) servoměniče (123L, 123P) je upevněno ozubené kolo (115L, 115P, 121L, 121P).

8. Ergometr podle nároku 7, **vyznačující se tím,** že pedál (113L, 113P) je spřažen se servoměničem (113L, 113P) dvěma převody, které jsou spolu vázány samostatnými předlohovými hřídeli (118L, 118P) prostřednictvím ozubených řemenic (117L, 119L, 117P, 119P).

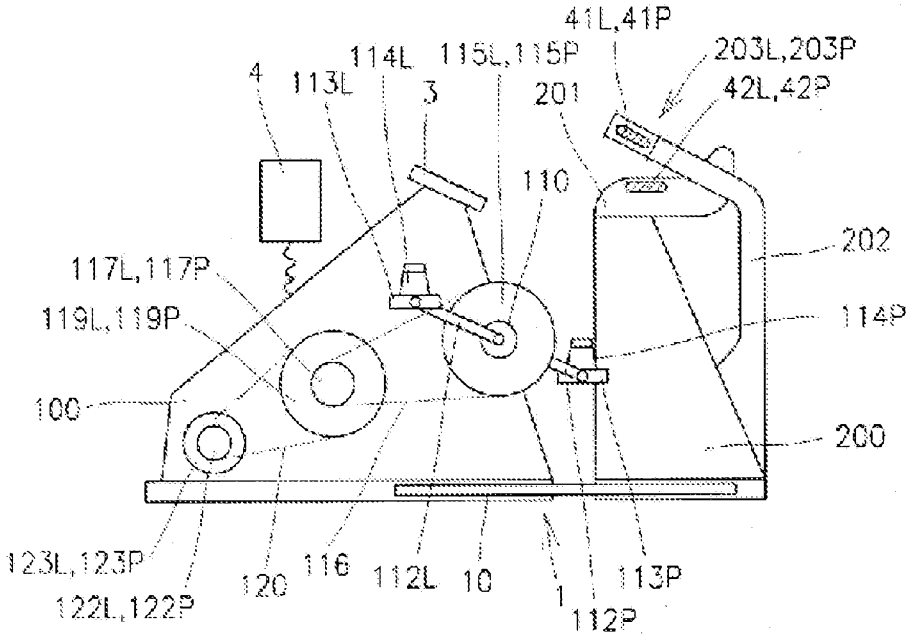
9. Ergometr podle kteréhokoliv z nároků 6 až 8, **vyznačující se tím,** že s řídicí jednotkou (4) a/nebo se zobrazovacím prostředkem (3) jsou spřaženy výstupy čidel (41L, 41P, 42L, 42P) tlaku a/nebo síly, která jsou uspořádána v kontaktní ploše/plochách sedla (201) a/nebo v kontaktních plochách rukojetí (203L, 203P) opěrné konzoly (202) a výstupy pro nastavování provozních režimů a zobrazení průběhu aktuálních parametrů.

1 výkres

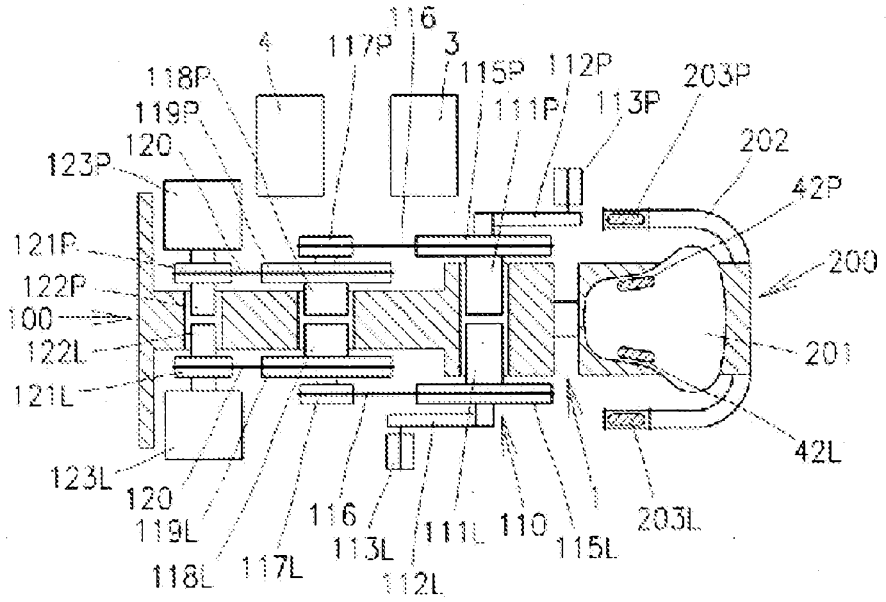
Seznam vztahových značek

1	rám
10	posuvný prostředek
100	přední část rámu
110	pedálové středové uložení
111L	klikový hřídel levý
111P	klikový hřídel pravý
112L	klika levá
112P	klika pravá
113L	pedál levý
113P	pedál pravý
114L	klipsna levá
114P	klipsna pravá
115L	ozubená řemenice velká levá (prvního převodu)
115P	ozubená řemenice velká pravá (prvního převodu)
116	ozubený řemen (prvního převodu)
117L	ozubená řemenice malá levá (prvního převodu)
117P	ozubená řemenice malá pravá (prvního převodu)
118L	předlohový hřídel levý
118P	předlohový hřídel pravý
119L	ozubená řemenice velká levá (druhého převodu)
119P	ozubená řemenice velká pravá (druhého převodu)
120	ozubený řemen (druhého převodu)
121L	řemenice malá levá (na hřídeli elektromotoru)
121P	řemenice malá pravá (na hřídeli elektromotoru)
122L	hřídel levého elektromotoru
122P	hřídel pravého elektromotoru
123L	levý elektromotor tj. levý servoměnič
123P	pravý elektromotor tj. pravý servoměnič
200	zadní část rámu
201	sedadlo
202	opěrná konzola (pro opření rukou)
203L	rukojeť levá
203P	rukojeť pravá
3	zobrazovací prostředek (dotykový displej)
4	řídicí jednotka
41L	tlakové čidlo (levé rukojeti)

41P tlakové čidlo (pravé rukojeti)
42L tlakové čidlo levé (sedadla)
42P tlakové čidlo pravé (sedadla)


41L,41P
114L
115L,115P
203L,203P
4
113L
3
201
42L,42P
110
202
117L,117P
114P
119L,119P
100
200
123L,123P
120
116
112L
10
1
113P
122L,122P
112P

Obr. 1


116
4
117P
3
118P
115P
112P
203P
119P
111P
113P
120
202
123P
42P
121P
200
122P
100
201
122L
121L
42L
123L
120
116
111L
110
203L
119L
113L
115L
118L
117L
112L

Obr. 2