

## (12) **PARAIŠKOS APRAŠYMAS**

(21) Paraiškos numeris: **2020 050**  
(22) Paraiškos padavimo data: **2020-12-22**  
(41) Paraiškos paskelbimo data: **2022-06-27**

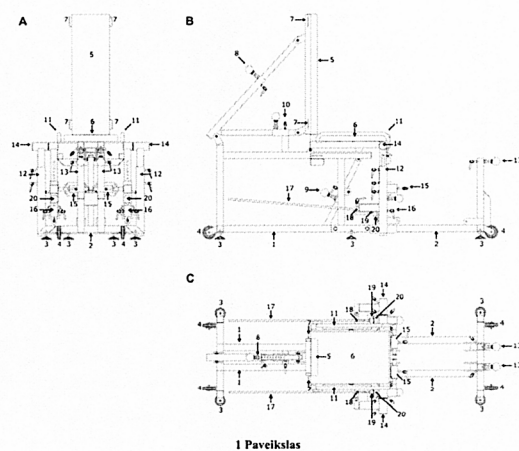
(71) Pareiškėjas:  
**Lietuvos Sporto universitetas, Sporto g. 6, 44221 Kaunas, LT**  
(72) Išradėjas:  
**Marius BRAZAITIS, LT**  
**Nerijus EIMANTAS, LT**  
(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:  
**Marius BRAZAITIS, Garšvės g. 85, 45439 Kaunas, LT**

(54) Pavadinimas:

**Viršutinių ir apatinių galūnių izometrinės jėgos matavimo ir treniravimo prietaisas**

(57) Referatas:

Išradimas priklauso sveikatos technikos sričiai. Įrenginys skirtas apatinių ir viršutinių galūnių statinės jėgos matavimui ir statinės jėgos koordinacijos treniruočiai. Statinės (izometrinės) raumenų jėgos matavimai yra plačiai naudojami medicinos diagnostikoje, sporte, rehabilitacijoje, moksliniuose tyrimuose. Statinės jėgos matavimas leidžia nustatyti maksimalią valingą raumenų jėgą, įvertinti žmogaus funkcinį pajėgumą. Rinkoje esantys prietaisai leidžia išmatuoti tik pavienes raumenų grupes vieno matavimo metu, yra specializuoti ir leidžia matuoti tik apatinių galūnių arba viršutinių galūnių raumenų statinę jėgą, pasižymi ribotomis padėties reguliavimo galimybėmis. Mūsų išradimas unikalus tuo, kad vienu metu leidžia prijungti keturis priedus galūnėms (alkūnės tiesiamieji lenkiamieji raumenys ir pasirinktinai kelio tiesiamieji lenkiamieji raumenys arba pėdos tiesiamieji raumenys), ir registruoti minėtų raumenų statinę jėgą vienu metu, vertinti jėgos valdymo tikslumą, koordinaciją, atlikti statinės jėgos ir jėgos valdymo koordinacijos treniruotes. Taip pat prie mūsų prietaiso prijungiamas kelio tiesiamųjų lenkiamųjų raumenų statinės jėgos testavimui skirtas priedas leidžia nustatyti ir užfiksuoti kelio sąnario kampą  $0^{\circ}$ – $90^{\circ}$  diapazone.



1 Paveikslas

## VIRŠUTINIŲ IR APATINIŲ GALŪNIŲ IZOMETRINĖS JĖGOS MATAVIMO IR TRE- NIRAVIMO PRIETAISAS

### Technikos sritis

Išradimas priklauso sveikatos technikos sričiai. Įrenginys skirtas apatinių ir viršutinių galūnių statinės jėgos matavimui ir statinės jėgos koordinacijos treniruotėms. (A61, A63).

### Technikos lygis

Statinės (izometrinės) raumenų jėgos matavimai yra plačiai naudojami medicinos diagnostikoje, sporte, reabilitacijoje, moksliniuose tyrimuose. Statinės jėgos matavimas leidžia nustatyti maksimalią valingą raumenų jėgą, įvertinti žmogaus funkcinį pajėgumą.

Statinės jėgos matavimas yra plačiai naudojamas išsėtinės sklerozės diagnostikoje, kadangi ši centrinės nervų sistemos lėtinė autoimuninė liga, pasižymi raumenų silpnumu (Rowland & Shneider, 2001). Tikslūs statinės jėgos matavimai leidžia sekti ligos progresą, objektyviai įvertinti taikomų intervencijų poveikį ir tikslingumą. Statinės jėgos matavimai taip pat atliekami reabilitacijos pradžioje ir jos eigoje siekiant įvertinti funkcinę apatinių galūnių ir viršutinių galūnių raumenų grupių funkcinį pajėgumą, objektyviai įvertinti reabilitacijos efektyvumą. Reabilitacijos metu plačiai naudojami statinės jėgos pratimai dėl sumažintos apkrovos sąnariams (Anwer & Alghadir, 2014).

Dėl plačių statinės jėgos matavimų naudojimo galimybių yra sukurta daug įvairių statinės jėgos matavimų prietaisų pvz. US7493812B2, US3285070A, US5662591A, US6227047B1. Visi šie prietaisai leidžia išmatuoti tik pavienes raumenų grupes vieno matavimo metu. Taip pat daugelis statinės jėgos matavimo prietaisų yra specializuoti ir leidžia matuoti tik apatinių galūnių arba viršutinių galūnių raumenų statinę jėgą. Be to, minimi prietaisai neleidžia išmatuoti pėdos lenkimųjų raumenų statinės jėgos. Šie raumenys yra svarbūs daugelyje sporto šakų atliekant šuolius, taip pat pusiausvyros palaikymui, lokomaciniams judesiams (Bernecke et al., 2015).

Kasdieninėje veikloje atlikdami judesius žmonės naudoja abi kojas arba rankas judesio tikslui pasiekti, todėl jie turi koordinuotai valdyti daugelio raumenų darbą. Taip pat atlikdami kasdienes judesius žmonės turi sugeneruoti ir palaikyti tikslią submaksimalią jėgą. Tikslios submaksimalios jėgos generavimo ir palaikymo (arba jėgos valdymo) sutrikimai dažnai pasireiškia po patirto galvos smegenų insulto. Šie sutrikimai ypač išryškėja kai motorinė užduotis atliekama dvejomis galūnėmis vienu metu (Lodha et al., 2012). Taip pat nustatyta, kad jėgos valdymo sutrikimai yra tiesiogiai susiję su judesių sutrikimais, o negebėjimas sugeneruoti jėgos simetriškai dvejomis galūnėmis yra susijęs su padidėjusia traumų rizika (Bazyler et al., 2014).

Artimiausias išradimui yra patentas US10799170B1. Šis prietaisas skirtas matuoti statinei raumenų jėgai. Šiuo prietaisu negalima išmatuoti keleto raumenų statinės jėgos vienu metu.

35 Prietaisas matuoja maksimalią valingą statinę jėgą, nepateikia vizualinio grįžamojo ryšio todėl neleidžia vertinti statinės jėgos valdymo rodiklių.

### Išradimo esmė

Išradimo tikslas – sukurti itin tikslų statinės jėgos matavimo prietaisą, pasižymintį plačiomis reguliavimo galimybėmis, leidžiantį pagal poreikį matuoti apatinių galūnių (kelio tiesiamųjų\lenkiamųjų arba pėdos tiesiamųjų) raumenų ir\arba viršutinių galūnių (alkūnės tiesiamųjų\lenkiamųjų) raumenų bilateralinę statinę jėgą, objektyviai įvertinti jėgos valdymo tikslumą ir koordinaciją vienu metu registruojant iki keturių atskirų raumenų grupių darbą, atlikti koordinacines statinės jėgos treniruotes. Tikslas pasiekiamas tuo, kad statinės jėgos matavimo prietaiso rėmas pagamintas iš standaus metalo, taip eliminuojama rėmo konstrukcijų deformacijos galimybė ir padidinamas statinės jėgos matavimo tikslumas. Statinės jėgos matavimo tikslumą didina į prietaiso sėdynę integruoti krūtinės ir juosmens imobilizavimo diržai. Prietaiso rėmas turi tvirtinimo vietas priedams skirtiems apatinių ir\arba viršutinių galūnių pritvirtinimui. Apatinių ir viršutinių galūnių priedai turi integruotas jėgos celes, reguliuojamus tvirtinimo elementus su fiksavimo diržais. Prietaiso kėdę ir apatinių bei viršutinių galūnių tvirtinimo priedus gali reguliuoti kaiščių pagalba ir juos pritaikyti prie individualių žmogaus anatominių savybių. Mūsų išradimas unikalus tuo, kad vienu metu leidžia prijungti keturis priedus galūnėms (alkūnės tiesiamieji\lenkiamieji raumenys ir pasirinktinai kelio tiesiamieji\lenkiamieji raumenys arba pėdos tiesiamieji raumenys), ir registruoti minėtų raumenų statinę jėgą vienu metu, vertinti jėgos valdymo tikslumą, koordinaciją, atlikti statinės jėgos ir jėgos valdymo koordinacijos treniruotes. Taip pat prie mūsų prietaiso prijungiamas kelio tiesiamųjų\lenkiamųjų raumenų statinės jėgos testavimui skirtas priedas leidžia nustatyti ir užfiksuoti kelio sąnario kampą  $0^{\circ}$ - $90^{\circ}$  diapazone.

### Brėžinių paveikslų aprašymas

**1 pav.** Viršutinių ir apatinių galūnių izometrinės jėgos matavimo ir treniravimo prietaisas su priedu kelio lenkiamųjų/tiesiamųjų raumenų statinės jėgos matavimui. **A** – vaizdas iš priekio, **B** – vaizdas iš šono, **C** – vaizdas iš viršaus. **1** – išardomo rėmo galinė dalis su tvirtinimo vietomis sėdynei, kelio tiesiamųjų\lenkiamųjų raumenų statinės jėgos matavimo priedui, alkūnės tiesiamųjų\lenkiamųjų raumenų statinės jėgos matavimo priedui, **2** – išardomo rėmo priekinė dalis su tvirtinimo vietomis pėdos tiesiamųjų raumenų statinės jėgos matavimo priedui ir apatinių galūnių laikikliui-stabilizatoriui, **3** – reguliuojamo aukščio rėmo kojelės, **4** – rėmo transportavimo ratukai, **5** – sėdynės atlošas, **6** – sėdynės pagrindas, **7** – krūtinės ir juosmens imobilizavimo diržų tvirtinimo vieta, **8** – sėdynės atlošo pasvirimo kampo reguliavimo kaištis, **9** – sėdynės pagrindo aukščio reguliavimo kaištis, **10** – sėdynės pagrindo horizontalios padėties reguliatorius, **11** – turėklai, **12** – kelio tiesiamųjų\lenkiamųjų raumenų statinės jėgos matavimo priedo tvirtinimo vieta, **13** – pėdos lenkiamųjų raumenų statinės jėgos matavimo priedo tvirtinimo vieta, **14** – rotacinė jungtis,



70 jungianti kelio tiesiamųjų/lenkiamųjų raumenų statinės jėgos matavimo priedo dalį, tvirtinamą prie  
 rėmo su dalimi, kurioje fiksuojama koja, **15** - kelio tiesiamųjų/lenkiamųjų raumenų statinės jėgos  
 matavimo priedo kojų tvirtinimo ir stabilizavimo elementai su fiksavimo diržais, **16** - kelio tiesia-  
 mųjų/lenkiamųjų raumenų statinės jėgos matavimo priedo jėgos celės posvyrio kampo reguliato-  
 rius, **17** – slankiojantis strypas, **18** – slankiojančio strypo fiksatorius, **19** – šarnyras, **20** – jėgos  
 75 celė.

**2 pav.** Viršutinių ir apatinių galūnių izometrinės jėgos matavimo ir treniravimo prietaisas  
 su priedu pėdos lenkiamųjų raumenų statinės jėgos matavimui, **A** vaizdas iš priekio, **B** – vaizdas  
 iš šono, **C** – vaizdas iš viršaus. **21** – apatinės galūnės laikiklis-stabilizatorius pėdos tiesiamųjų  
 raumenų statinės jėgos matavimui, **22** – pėdos tiesiamųjų raumenų statinės jėgos matavimo priedo  
 80 dalis, tvirtinama prie rėmo. **23** – pėdos tvirtinimo elemento horizontalios padėties reguliatorius, **24**  
 - apatinės galūnės laikiklio-stabilizatoriaus aukščio reguliavimo priedas, **25** – pėdos tvirtinimo  
 elementas su fiksavimo diržais, **26** - pėdos tiesiamųjų raumenų statinės jėgos matavimo priedo  
 jėgos celės tvirtinimo vieta, **27** - apatinės galūnės laikiklio-stabilizatoriaus kojos tvirtinimo ele-  
 mentas su fiksavimo diržais.

85 **3 pav.** Viršutinių ir apatinių galūnių izometrinės jėgos matavimo ir treniravimo prietaisas  
 su priedu alkūnės tiesiamųjų/lenkiamųjų raumenų statinės jėgos matavimui, **A** vaizdas iš priekio,  
**B** – vaizdas iš šono, **C** – vaizdas iš viršaus. **28** – Alkūnės tiesiamųjų/lenkiamųjų raumenų statinės  
 jėgos matavimo priedo tvirtinimo vieta prie rėmo su aukščio reguliavimo kaiščiu, **29** - Alkūnės  
 tiesiamųjų/lenkiamųjų raumenų statinės jėgos matavimo priedas, **30** – alkūnės ir dilbio tvirtinimo  
 90 elementas su fiksavimo diržais, **31** – jėgos celė, **32** - alkūnės ir dilbio tvirtinimo elemento horizon-  
 talios padėties reguliatorius.

### Išradimą apibūdinantys duomenys

Prie prietaiso prijungiami konkrečiu atveju reikalingi priedas (pvz. kelio tiesiamųjų/len-  
 kiamųjų raumenų statinės jėgos matavimo priedas (**1 pav. 14, 15**). Tiriamasis pasodinamas į kėdę  
 95 (**1 pav. 5, 6**). Kaiščių ir slankiojančių konstrukcijų pagalba nustatoma kėdės horizontali (**1 pav.**  
**10**) ir vertikali (**1 pav. 9**) padėtis ją pritaikant prie tiriamojo anatominių savybių. Atitinkamai nus-  
 tatomas apatinės galūnės jėgos matavimo priedo aukštis (**1 pav. 12**). Tiriamasis imobilizuojamas  
 keturių taškų juosmens ir krūtinės diržais (**1 pav. 7**), apatinės galūnės pritvirtinamos prie jėgos  
 matavimo priedo fiksavimo diržais prie tam tikslui skirtų laikiklių (**1 pav. 15**). Šarnyro (**1 pav. 19**)  
 100 ir slankiojančio strypo (**1 pav. 17**) su fiksatoriumi (**1 pav. 18**) pagalba nustatomas pageidaujamas  
 kelio sąnario kampas  $0^{\circ}$ - $90^{\circ}$  diapazone. Tiriamasis atlikdamas kelio tiesimą arba lenkimą per jėgos  
 matavimo priedą, šarnyrą ir užfiksuotą strypą deformuoja jėgos celėje (**1 pav. 20**) esantį jutiklį.  
 Jėgos celių signalai yra sustiprinami didelio tikslumo instrumentiniu keturių kanalų stiprintuvu,  
 skaitmenizuojami analoginiu-skaitmeniniu keitikliu ir perduodami kompiuteriui. Atliekant



105 statinės jėgos koordinavimo treniruotes skaitmenizuotus signalus realiu laiku galima atvaizduoti  
antriniame ekrane ir pateikti tiriamajam kaip vizualinį grįžtamąjį ryšį.

- Anwer, S., & Alghadir, A. (2014). Effect of Isometric Quadriceps Exercise on Muscle Strength, Pain, and Function in Patients with Knee Osteoarthritis: A Randomized Controlled Study. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(5), 745–748. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.745>
- 110 Bazyler, C., Bailey, C., Chiang, C.-Y., Sato, K., & Stone, M. (2014). The effects of strength training on isometric force production symmetry in recreationally trained males. *Journal of Trainology*, 3, 6–10. [https://doi.org/10.17338/trainology.3.1\\_6](https://doi.org/10.17338/trainology.3.1_6)
- Bernecke, V., Pukenas, K., Imbrasiene, D., Mickeviciene, D., Baranauskiene, N., Eimantas, N., &
- 115 Brazaitis, M. (2015). Test-Retest Cross-Reliability of Tests to Assess Neuromuscular Function as a Multidimensional Concept. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1972–1984. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000841>
- Lodha, N., Coombes, S. A., & Cauraugh, J. H. (2012). Bimanual isometric force control: Asymmetry and coordination evidence post stroke. *Clinical Neurophysiology*, 123(4), 787–795.
- 120 <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2011.08.014>
- Rowland, L. P., & Shneider, N. A. (2001). Amyotrophic Lateral Sclerosis. *New England Journal of Medicine*, 344(22), 1688–1700. <https://doi.org/10.1056/NEJM200105313442207>

125 **Apibrėžtis**

1. Viršutinių ir apatinių galūnių izometrinės jėgos matavimo ir treniravimo prietaisas, turintis:

- į dvi dalis išardomą rėmą su transportavimo ratukais,
- reguliuojamą sėdynę (vertikalus aukštis, horizontali padėtis, atlošo posvyrio kampas) su reguliuojamais imobilizavimo krūtinės ir juosmens diržais,
- atskirą didelio tikslumo keturių kanalų instrumentinį stiprintuvą jėgos celėms,
- atskirą analoginį-skaitmeninį keitiklį,
- atskirą kompiuterį jėgos celių signalų registravimui ir grįžtamojo ryšio pateikimui

b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad turi tvirtinimo vietas struktūriniais elementais, skirtiems apatinėms ir/arba viršutinėms galūnėms pritvirtinti, standžiai prijungti prie rėmo, priklausomai nuo pageidaujamo raumenų grupių statinės jėgos registravimo.

2. Viršutinių ir apatinių galūnių izometrinės jėgos matavimo ir treniravimo prietaisas pagal 1 punktą b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad turi atskirą reguliuojamo aukščio porinį struktūrinį elementą skirtą apatinės galūnės fiksavimui ir kelio tiesiamųjų arba lenkiamųjų raumenų statinės jėgos matavimui, sudarytą iš dviejų dalių: pirmoji sujungta su rėmu standžiai, antroji dalis sujungta su pirmąja besisukančia jungtimi. Antroji struktūrinio elemento dalis prijungta prie rėmo apačios slankiojančiu strypu su šarnyru, turi horizontaliai, vertikalčiai reguliuojamą apatinės galūnės pritvirtinimo elementą su diržais, integruotą jėgos celę, leidžia besisukančios jungties, šarnyro ir slankiojo strypo pagalba leidžia nustatyti kelio sąnario kampą  $0^{\circ}$  -  $90^{\circ}$  diapazone, tuo pačiu metu registruoti abiejų kelio tiesiamųjų arba lenkiamųjų raumenų (bilateralinę) statinę jėgą, pasitelkus vizualinį grįžtamąjį ryšį atlikti koordinacinę kelio tiesiamųjų arba lenkiamųjų raumenų statinės jėgos treniruotę.

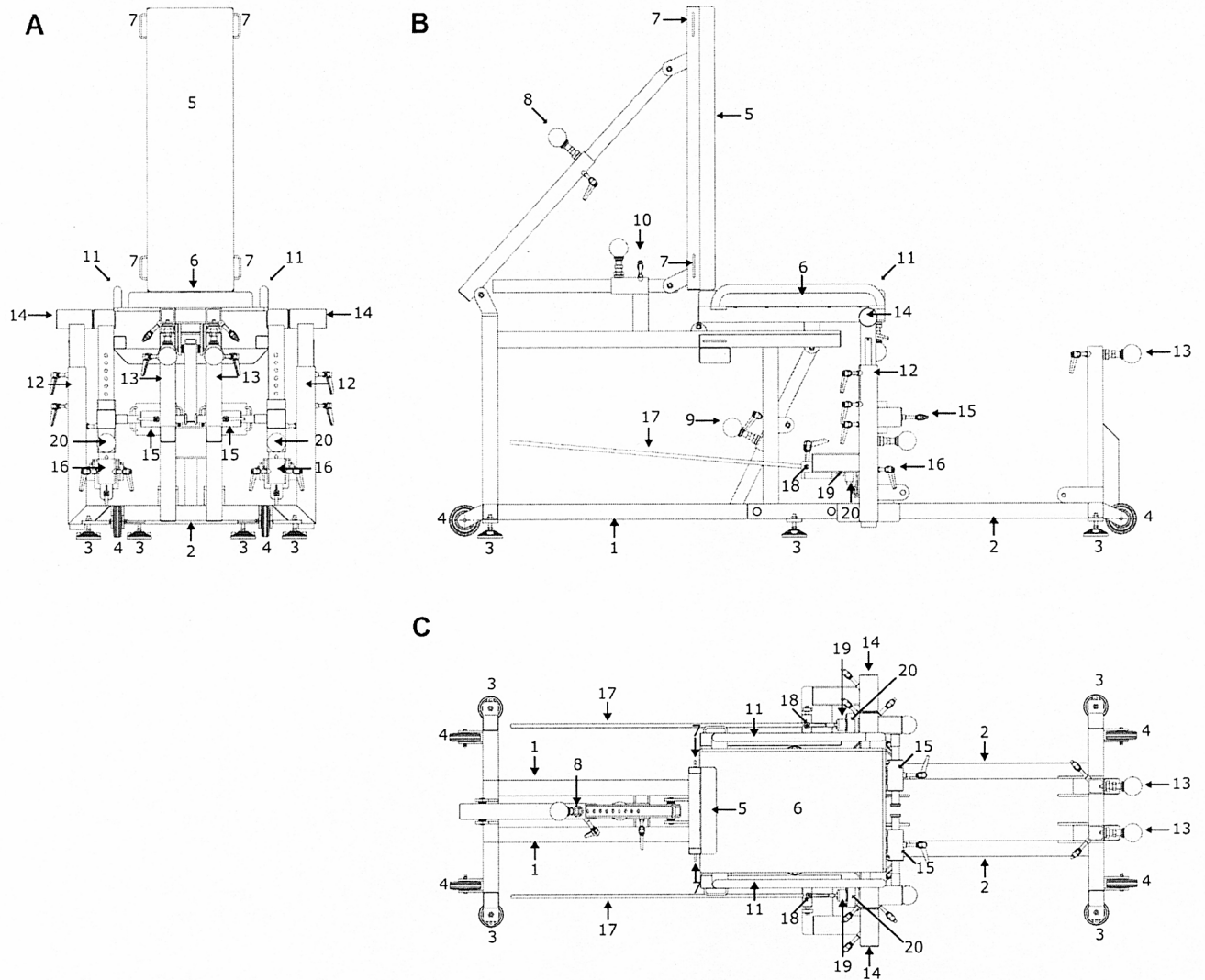
3. Viršutinių ir apatinių galūnių izometrinės jėgos matavimo ir treniravimo prietaisas pagal 1 punktą b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad:

- turi atskirą prie rėmo standžiai pritvirtinimą vertikalčiai ir horizontalčiai (lygiagrečiai rėmui) reguliuojamą porinį struktūrinį elementą pėdų fiksavimui su integruotomis jėgos celėmis pėdos tiesiamųjų raumenų statinės jėgos matavimui leidžiantį tuo pačiu metu registruoti abiejų pėdos tiesiamųjų raumenų (bilateralinę) statinę jėgą, pasitelkus vizualinį grįžtamąjį ryšį atlikti koordinacinę pėdos tiesiamųjų raumenų statinės jėgos treniruotę pasitelkus vizualinį grįžtamąjį ryšį.
- turi atskirą porinį prie rėmo standžiai pritvirtinamą horizontalčiai ir vertikalčiai reguliuojamą struktūrinį elementą su fiksavimo diržais, skirtą apatinės galūnės stabilizavimui pėdos tiesiamųjų raumenų statinės jėgos matavimo metu.

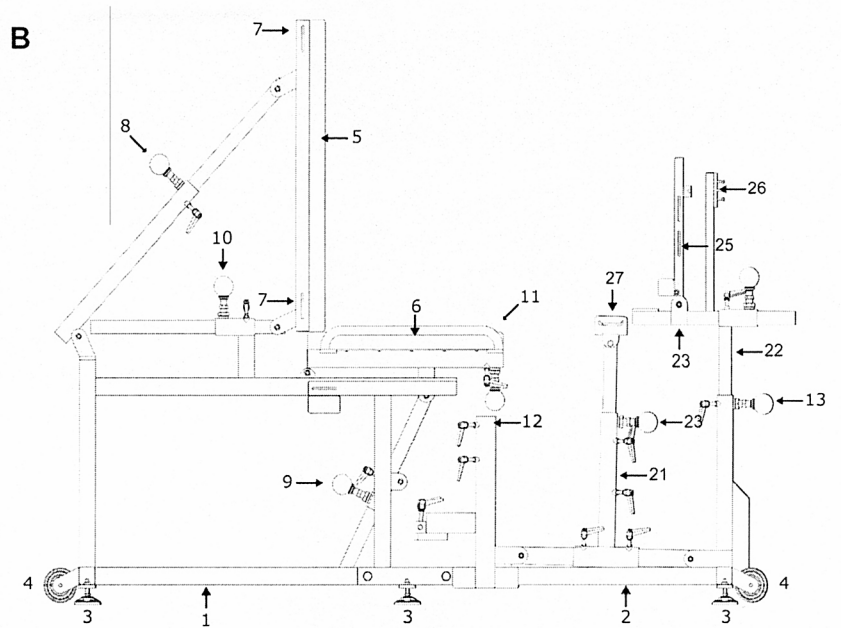
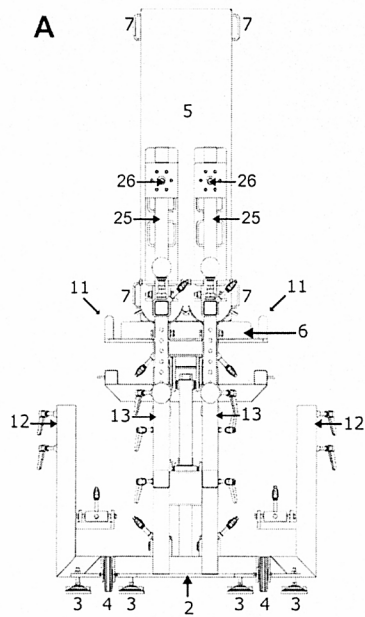
4. Viršutinių ir apatinių galūnių izometrinės jėgos matavimo ir treniravimo prietaisas pagal 1 punktą b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad turi atskirą prie rėmo standžiai pritvirtinamą

horizontaliai reguliuojamą struktūrinį elementą su integruotomis jėgos celėmis ir fiksavimo diržais viršutinės galūnės fiksavimui, leidžiantį tuo pačiu metu registruoti alkūnės tiesiamųjų arba lenkiamųjų raumenų statinę jėgą, pasitelkus vizualinį grįžtamąjį ryšį atlikti koordinacinę alkūnės tiesiamųjų arba lenkiamųjų raumenų statinės jėgos treniruotę pasitelkus vizualinį grįžtamąjį ryšį.

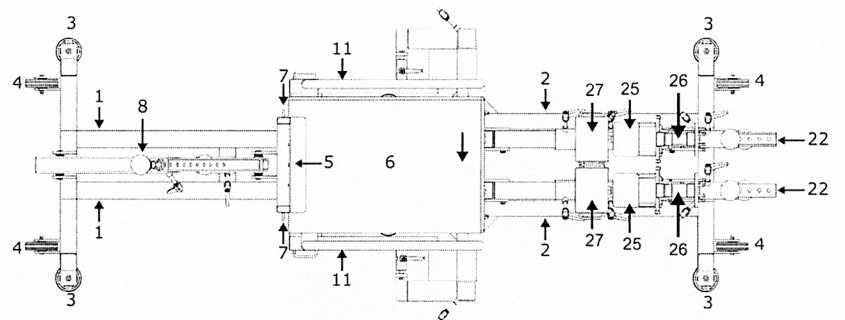




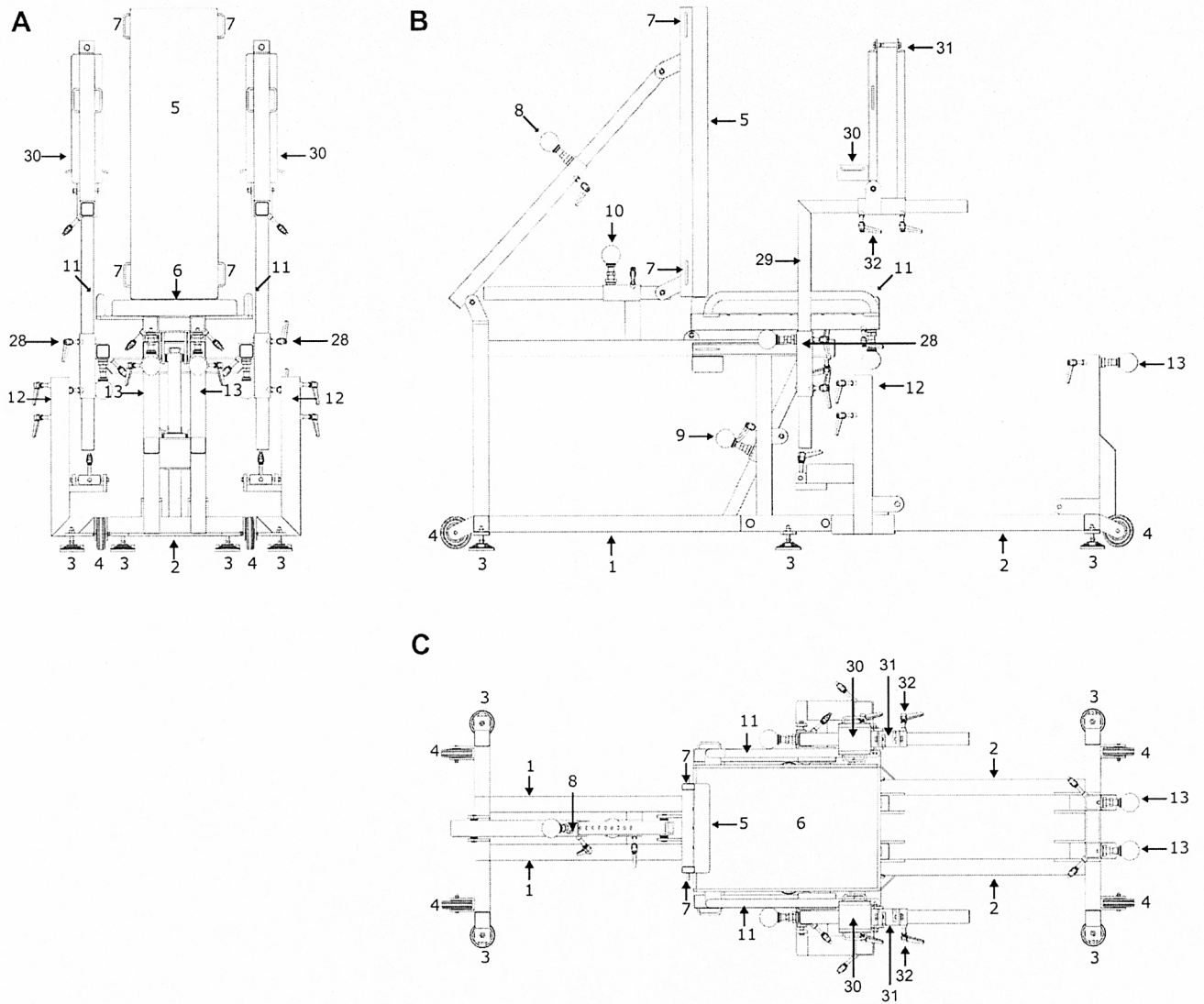
1 Paveikslas



**C**



2 Paveikslas



3 Paveikslas