

## **Felső végtagi vibráció alkalmazása stroke-on átesett személyek rehabilitációjában**

Készítette: Hegyi András, Péter Annamária

## Bevezetés

A Magyar Stroke Társaság adatai szerint hazánkban az agyér-katasztrófát szenvedő új betegek száma évente 50-ezer főre tehető, mely 1,5-2-szer magasabb az európai átlagnál. A betegek 40%-a rehabilitáció után is részleges vagy teljes segítségre szorul az önellátásban. A betegség magas prevalenciájából fakadóan ezen személyeknek a lehető legeredményesebb rehabilitációja kiemelt szereppel bír.

Az cerebrovaszkuláris eseményen átesett személyek a sérült terület lokalizációjától és nagyságától függően különböző mértékben érintettek. A motoros tevékenységek tekintetében a kondicionális és koordinációs funkciók is jelentősen romlanak az érintett oldalon. (Tihanyi és mtsai., 2007). A motoros funkciók helyreállítása és az immobilizáció káros hatásainak elkerülése érdekében a lehető legkorábban meg kell kezdeni a rehabilitációt hatásos ingerek alkalmazásával.

Az agyér-katasztrófán átesett személyek rehabilitációjában az egyik legújabb módszer a vibráció alkalmazása.

A vibráció a tónusos vibrációs reflexen keresztül stimulálja az izmokat, továbbá supraspinális központokra is kifejti hatását (Seitz & Roland, 1992). Az optimális vibrációs terhelés (frekvencia, amplitúdó, terjedelem) megválasztása tapasztalati úton történik, nagyban befolyásolja a vizsgált személyek fizikai állapota (Tihanyi és mtsai., 2010).

Az eddigi kutatások során teljes test vibrációt alkalmaztak a kutatók a neuromuszkuláris problémák helyreállítására stroke-os betegek esetében. Ezen kutatások során azt tapasztalták, hogy a teljes test vibráció akut és több hetes alkalmazása a térdfesztők izometriás és excentrikus erejének növekedését eredményezte (Tihanyi és mtsai, 2007, 2010), azonban az állásstabilitás nem mutatott szignifikáns javulást (Van Nesh et al., 2006).

Felső végtagi vibrációt stroke-os betegeken eddig még nem alkalmaztak. A felső végtag esetében külön kell választanunk az egyes vibrációs technikákat, melyeknek különböző hatásuk van. Egyes kutatásokban közvetlenül az izmokra irányuló vibrációs egységeket alkalmaznak (Luo et al., 2009), míg továbbiakban a kézben fogható, ízületeken keresztül alkalmazott vibrációs súlyzók hatása is foglalkoztatja a kutatókat (Bosco et al., 1999a; Cochrane & Hawke, 2007). Utóbbi két vizsgálat során sportolókat vizsgáltak. A vibráció frekvenciája 26 Hz, időtartama 5 x 60 mp, amplitúdója és a készülék súlya 6 mm és 2,8 kg (Bosco et al., 1999a), illetve 3 mm és 3 kg (Cochrane & Hawke, 2007) volt. Előbbi vizsgálat során a boxolók karhajlító teljesítményének akut növekedését tapasztalták az alkalmazott vibráció hatására, az utóbbi vizsgálatban résztvevő falmászók markolóerejében és medicinlabda dobásában nem tapasztaltak akut visszamaradó javulást.

Az agyér-katasztrófából származó bénulás a felső végtagra is kiterjed, hemiplégia következik be. A kar és kéz erejének és koordinációjának állapota rendkívül fontos az önellátó tevékenységek szempontjából. Felmerül a kérdés, hogy stroke-on átesett személyek esetén a felső végtag izmainak vibrációja hasonlóan pozitív változásokat okoz-e a markolóerőben és annak kivitelezésében, valamint a felső végtag koordinációjában. Kérdésként merült fel továbbá, hogy a vibrációs terhelés ideje hogyan befolyásolja az akut hatást.

## **Hipotézisek**

Kutatásunk során feltételeztük, hogy a kézi vibrációs súlyzóval adott vibráció idejének különböző akut hatása van a vizsgált személyek (VSZ) (a) kezének és (b) ujjainak szorítóerejére és annak szabályozási képességére, (c) a felső végtag mozgáskoordinációjára.

## **Módszerek**

### **A vizsgálat helyszíne**

A vizsgálat az Országos Orvosi Rehabilitációs Intézetben (OORI) történt. A kutatási tervet az intézmény (OORI) Etikai Bizottsága elfogadta.

### **Vizsgált személyek**

Vizsgálatunkban 15 stroke-on átesett személy (8 nő, 7 férfi, életkor=  $51,78 \pm 19$  év, TT= $73,33 \pm 22,51$  kg, TM= $167 \pm 12,5$  cm) vett részt. A sérülés óta a vizsgálatunkig eltelt idő kevesebb, mint 6 hónap volt mindegyik személy esetén. A betegek ischaemiás stroke-on estek át. A kutatásban önként vettek részt, melyet beleegyezési nyilatkozat aláírásával igazoltak. Rehabilitációjuk során sport-, vízi-, ergo-, terápiát, gyógytornát kaptak személyre szabottan.

### **Vibrációs kezelés**

A vizsgált személyeket random három csoportba osztottuk. Az első csoport  $6 \times \frac{1}{2}$  perc vibrációs kezelést kapott, fél perces pihenőkkel ( $\frac{1}{2}V$ ). A második csoportba tartozó személyek  $6 \times 1$  perces vibrációs kezelésen vettek részt, 1 perces pihenőkkel (1V). A vibrációs súlyzót (BodyVib D1; 1,5 GymnaUniphy NV, súly 1,5 kg) (1. ábra) ülő helyzetben, mélytartásban fogták a vizsgált személyek az érintett oldali, majd az ép kézben. A kontroll

csoport (K) tagjai vibráció nélkül fogták a súlyzót ugyanolyan testhelyzetben,  $6 \times \frac{1}{2}$  percig. A vibráció frekvenciája 36 Hz, amplitúdója 0,2 mm volt, mely beállítások nem voltak változtathatóak az alkalmazott készüléken.

## **Tesztek**

Vibráció előtt (VE) és az azt követő 10 percen belül (VU), bemelegítés után, Dyna 12 Univerzális SPORT erőmérővel (2. ábra), 300 Hz mintavételi frekvenciával rögzítettük a vizsgált személyek kezének maximális szorítóerejét és az erő kifejtés időbeli lefolyását (RFD), továbbá az 1V és K csoportok esetén az erő szabályozási képességét. Az erő szabályozásának mérésekor azt az utasítást kapták a vizsgált személyek, hogy a kifejtett maximális erejük 50%-át szorítsák, miközben nem kaptak semmilyen visszajelzést sem a maximális, sem az aktuális erő kifejtésük mértékéről. A kontroll és egy perces vibrációs csoportnál továbbá a hüvelyk- mutató- és középső ujj maximális erejét és az erő szabályozási képességét is mértük. Az összes vizsgált változót az érintett és az ép oldalon is mértük.

A koordinációs tesztet a kontroll és az 1 perces vibrációs csoportnál állt módunkban elvégezni, az előző tesztsorozattól különböző napon. Ennek során a vizsgált személyeknek ülő helyzetben, egy asztal előtt foglaltak helyet. A feladat során egy bögrét kellett egy meghatározott helyről egy 5,5 cm magas doboz kijelölt közepére helyezni, majd a kezüket a kiindulási helyre visszatenni. Ezt a feladatot tízszer ismételték meg egymás után az érintett, majd az ép oldallal is, vibráció előtt, illetve közvetlenül utána. A vizsgált személy felső testét a szék háttámlájához rögzítettük, hogy kizárjuk a törzs mozgását a feladat végrehajtása közben. (3. ábra)

A felső végtag mozgásának rögzítéséhez ultrahang alapú markereket helyeztünk az acromionra, a humerus külső condylusára, az ulna és a radius processus styloideusára, illetve a középső metacarpus distalis végére, továbbá egy konstans markert helyeztünk a fixen

lerögzített székre. Továbbá bipoláris felületi elektródák segítségével mértük a delta anterior, delta posterior, triceps brachii és biceps brachii izmok elektromos aktivitását. A kinematikai és EMG adatok rögzítését Zebris mozgáselemző rendszerrel végeztük, a markerek rögzítése 33 Hz, míg az EMG jelek rögzítése 1000 Hz mintavételi frekvenciával történt.

A teszteket random sorrendben végeztük el a vizsgált személyeken.

## **Adatfeldolgozás**

Az adatok feldolgozását MATLAB programozási felületen végeztük. A középső metacarpus distalis végén elhelyezett marker mozgásának varianciáját számoltuk a végpont koordináció meghatározásához.

A vizsgált izmokból érkező elektromos jeleket Root Mean Square módszerrel rektifikáltuk és simítottuk 50 ms-os átlagolási ablak alkalmazásával, majd megvizsgáltuk, hogy a mozgás során hány %-ban voltak aktívak a vizsgált izmok. Aktívnak tekintettük az izmot, amikor a mozgás során átlagos aktivitásának 50%-át elérte.

Az adatok elemzéséhez Statistica 11 programot használtunk. A vibráció előtti és utáni különbségeket Wilcoxon próbával teszteltük, míg az érintett és ép oldal közötti különbségeket Mann-Whitney-féle U próbával vizsgáltuk. Szignifikánsnak fogadtuk el a különbségeket  $p < 0,05$ -nél.

## **Eredmények**

### **Maximális szorítóerő**

A maximális szorítóereje a kontroll csoport esetén nem mutatott különbséget a két mérés között a kéz (VE=  $126,2 \pm 70,4$  N, VU=  $137,5 \pm 81,4$  N) és hüvelykujj (VE=  $47,7 \pm 20$  N, VU=  $42,5 \pm 12,1$  N) esetén ( $p > 0,05$ ). Az 1 perces vibrációs csoport esetén szintén nem találtunk

szignifikáns különbséget a vibráció előtt (kéz=  $102,8 \pm 45,8\text{N}$ , hüvelykujj=  $36 \pm 7,2\text{N}$ ) és után (kéz=  $107,2 \pm 55,3\text{N}$ , hüvelykujj=  $34 \pm 0\text{N}$ ) mért maximális szorítóerő értékek között ( $p > 0,05$ ). (4. ábra) A mutató- és középső ujj mérésekor abba a problémába ütköztünk, hogy az egyébként egészséges embereknél jól alkalmazható mérési módszer a vizsgált személyek egy részénél nem megfelelő, ugyanis a szorítást nem tudják megfelelően végrehajtani finom koordinációs problémákból adódóan. A  $6 \times \frac{1}{2}$  perces vibrációs kezelést kapott személyek csoportja esetén azonban szignifikáns ( $p < 0,05$ ), 28,3 %-os akut visszamaradó szorítóerő növekedést tapasztaltunk vibráció hatására a kéz szorítóerejében (VE=  $207,3 \pm 70,1\text{N}$ , VU=  $266 \pm 62\text{N}$ ) (5. ábra).

### **Az erő dinamikája**

Az erőfelfutási meredekség esetén szintén nem találtunk különbséget sem a kontroll (VE= $1050 \pm 393,4\text{N}$ , VU= $1680 \pm 976,1\text{N}$ ), sem az egy perces vibrációs csoportban (VE= $816 \pm 612,7$ , VU=  $756 \pm 401,6\text{N}$ ) ( $p > 0,05$ ). A fél perces vibrációs csoport esetén azonban az erő kifejtés időbeli lefolyását tekintve szignifikáns ( $p < 0,05$ ), 89%-os növekedést tapasztaltunk vibráció után a vibrációs kezelés előtti értékhez képest.

### **Erőszabályozás**

Az erő szabályozása szintén nem mutatott szignifikáns különbséget a két mérés során sem a kontroll, sem az 1 perces vibrációs csoportban ( $p > 0,05$ ). (1. táblázat) Azonban meg kell jegyezni, hogy ebben az értékben nem volt különbség a sérült és az ép kéz között ( $p > 0,05$ ) a maximális erővel és az erő kifejtés rátájával ellentétben.

## **Végpont variancia**

A kontroll csoport esetén a végpont mozgásának varianciája nem változott szignifikánsan semelyik tengely (x; y; z) mentén. Ugyanezt megfigyelhettük az 1 perces vibrációs kezelést kapott személyek esetén is. ( $p > 0,05$ ) (2. táblázat)

## **Izomaktivitás**

A vizsgált izmok aktivitása nem különbözött szignifikánsan ( $p > 0,05$ ) a kezelés előtti és utáni mérések között sem a kontroll csoport, sem az 1 perces vibrációs csoport esetén (3. táblázat). Azonban megjegyzendő, hogy a két oldal között ezekben a mutatókban sem találtunk szignifikáns különbséget ( $p > 0,05$ ).

## **Megbeszélés és következtetések**

Az általunk vizsgált személyek viszonylag jó állapotban voltak, melyet mutat, hogy a koordinációs feladatot, illetve az erő szabályozását az érintett és az ép oldalon hasonló sikerességgel végezték el. Így a kézi vibráció ezen mutatókra kifejtett hatása további vizsgálatokat igényel.

Az ízületeken keresztül alkalmazott vibráció hatása kettős. Egyrészt a tónusos vibrációs reflexen keresztül az izmokat stimulálja, másrészt a központi idegrendszer motoros központjait is ingerli (Seitz & Roland, 1992). Amennyiben nincsen helyi fáradás, az idegrendszer megnövekedett izgalmi állapota akut teljesítménynövekedést idéz elő, mint azt számos korábbi kutatás bemutatta (Bosco et al., 1999b; Bazett-Jones et al., 2008; Cochrane & Stannard, 2008). Eredményeink alapján feltételezhető, hogy az egy perces ismételt vibráció fáradást idézett elő, így a megnövekedett idegrendszeri aktivitás a teljesítményben nem jutott érvényre. Ezt alátámasztja a betegek szubjektív tapasztalata, hiszen a 3- 4. vibráció

alkalmával már fáradásra panaszkodtak. Azonban a fél perces ismételt vibráció alkalmazása a kéz szorítóerejének és az erőkifejlődés rátájának akut növekedését eredményezte, tehát úgy tűnik, van pozitív hatása a kézi vibrációs súlyzó használatának a motoros tevékenységek szempontjából.

Egy korábbi kutatás során (Cochrane & Hawke, 2007) falmászók szorítóerejében 5 x 60 másodperc terjedelmű, 26 Hz frekvenciájú vibrációs inger hatására nem tapasztaltak szignifikáns javulást. Jelen vizsgálatunkban 36 Hz-es frekvenciát alkalmazva, a fél perces ismételt vibráció hatására a kéz szorítóerejében és annak dinamikájában fejlődést tapasztaltunk, míg 6 x 1 perces kezelés után nem. Az alkar kis izmai az idegrendszer felől speciális funkcióra, a finom motoros koordinációra hivatottak, szemben a teljes test vibráció által ingerelt antigravitációs izmokkal. Ez a működésbeli különbség az idegrendszer oldaláról, az izmok beidegzéséből fakad, mely a lassú-gyors rostok arányának különbségében megmutatkozik. Ez feltételezhetően az optimális vibrációs terhelésben is különbséget teremt. Elképzelhető, hogy ennek köszönhető, hogy az alsó végtag esetén a hosszabb terjedelmű, alacsonyabb frekvenciájú terhelés eredményezett teljesítménynövekedést stroke-os pácienseken (Tihanyi és mtsai., 2010), míg jelen vizsgálatunkban az alacsonyabb időtartamú, magasabb frekvenciájú vibráció teremtett különbséget a szorítóerőben, szemben a korábbi, hosszabb időtartamú és alacsonyabb frekvenciájú kezelést alkalmazó kutatással (bár utóbbi kutatás egészséges személyeket vizsgált, mely szintén befolyásoló tényező lehet). Ezen felvetés alátámasztása további vizsgálatokat igényel.

Az akut hatás érvényre jutásához cerebrovaszkuláris eseményen átesett személyek esetén a hatszor ½ perces, 36 Hz-es, 0,2 mm amplitúdójú vibráció a szorítóerőt tekintve alkalmasnak tűnik, azonban a hosszabb távú adaptációhoz feltehetőleg nagyobb terhelés szükséges. Ennek vizsgálata további céljaink között szerepel.

## **Irodalom**

- Bazett-Jones, D. M., Finch, H. W., Dugan, E. L. (2008). Comparing the effects of various whole-body vibration accelerations on counter-movement jump performance. Journal of Sports Science and Medicine **7**(1): 144-150.
- Bosco, C., Cardinale, M., Tsarpela, O. (1999a). Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology **79**(4): 306- 311.
- Bosco, C., Colli, R., Introini, E., Cardinale, M., Tsarpela, O., Madella, A., Tihanyi, J., Viru, A. (1999b). Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. Clinical Physiology **19**(2): 183-187.
- Cochrane, D. J., Stannard, S. R. (2005). Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. British Journal of Sports Medicine **39**(11): 860-865.
- Cochrane D. J., Hawke, E. J. (2007). Effects of acute upper-body vibration on strength and power variables in climbers. Journal of Strength and Conditional Research **21**(2): 527- 531.
- Cochrane, D. J. (2011). Vibration exercise: The potential benefits. Int Journal of Sports Medicine **32**: 75- 99.
- Luo, J., Clarke, M., McNamara, B., Moran, K. (2009). Influence of resistance load on neuromuscular response to vibration training. Journal of Strength and Conditioning Research **23**(2): 420-426.
- Seitz, R. J., Roland, P. E. (1992). Vibratory stimulation increases and decreases the regional cerebral blood flow and oxidative metabolism: a positron emission tomography (PET) study. Acta Neurologica Scand **86**:60-67

Tihanyi, T., K., Horváth, M., Fazekas, G., Hortobágyi, T., Tihanyi, J. (2007). One session of whole body vibration increases voluntary muscle strength transiently in patients with stroke. Clinical Rehabilitation **21**(9): 782- 793.

Tihanyi, J., Di Giminiani, R., Tihanyi, T., Gyulai, G., Trzaskoma, L., Horváth, M. (2010). Low resonance frequency vibration affects strength of paretic and non-paretic leg differently in patients with stroke. Acta Physiologica Hungarica **97**(2): 172- 182.

Van Nes, I. J. W., Latour, H., Schils, F., Meijer, R., Van Kuijk, A., Geurts, A. C. H. (2006). Long-term effects of 6-week whole body vibration on balance recovery and activities of daily living in the postacute phase of stroke: A randomized, controlled trial. Stroke **37**(9): 2331-2335.

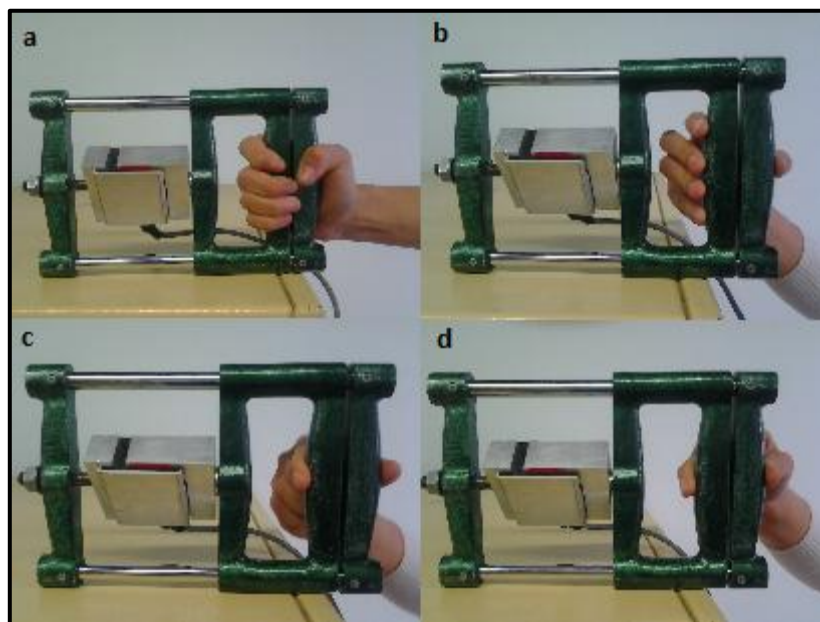
## Mellékletek

### Módszerek

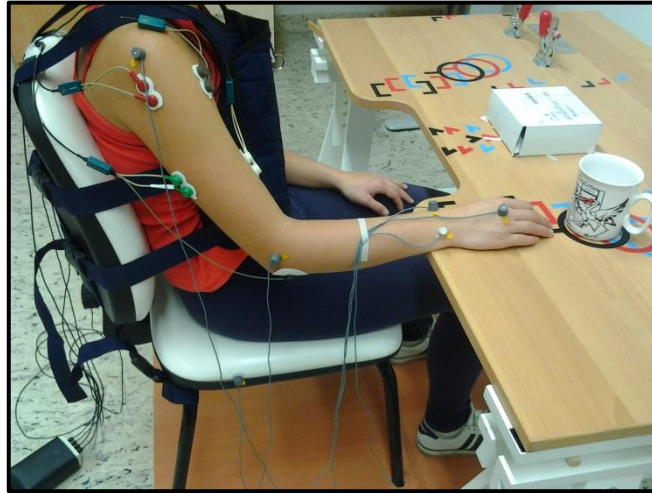


1. ábra. A vizsgálat során használt vibrációs súlyzó.

(BodyVib D1; 1,5 GymnaUniphy NV, súly 1,5 kg,  
amplitúdó= 0,2 mm, frekvencia= 36 Hz).

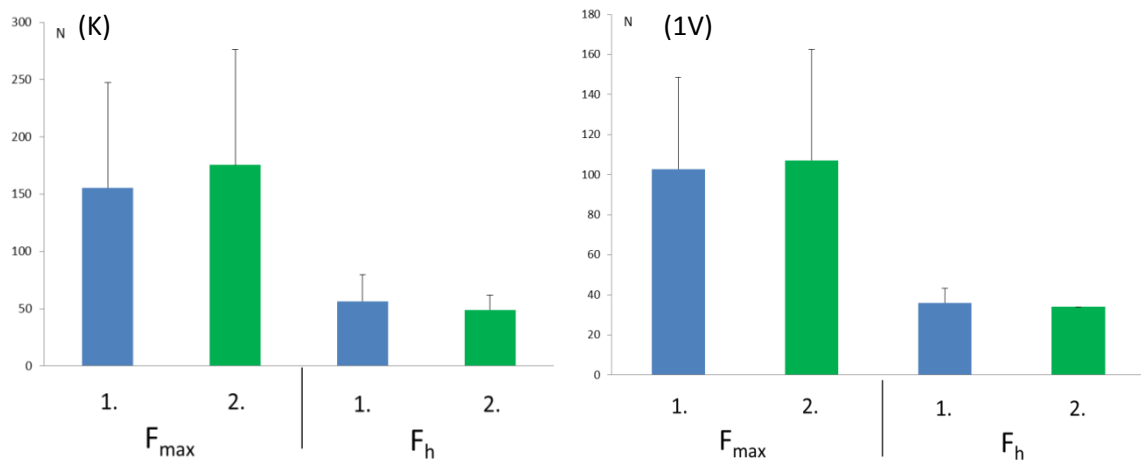


2. ábra. A (a) kéz, (b) hüvelyk-, (c) mutató- és (d) középső ujj  
statikus erejének mérése Dyna 12 univerzális sport erőmérővel.

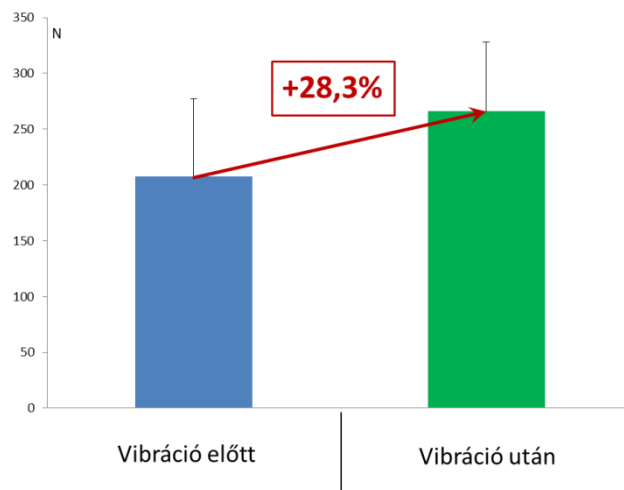


3. ábra. A koordinációs feladat végrehajtásának  
kiinduló helyzete.

## Eredmények



4. ábra. A kontroll (K) és 1 perces vibrációs (1V) csoportban kéz (F<sub>max</sub>) és hüvelykujj (F<sub>h</sub>) maximális szorítóereje nem különbözött a két mérés (1., 2.) során ( $p > 0,05$ ).



5. ábra. A kéz maximális szorítóereje a  $\frac{1}{2}$  V csoport esetén 28,3%-os akut erőnövekedést mutatott vibráció után ( $p > 0,05$ ).

1. táblázat. Az erő szabályozásának hibája (átlag±szórás) a kontroll (K) és az 1 perces vibrációs csoport (1V) esetén vibráció előtt (VE) és után (VU).

|                   | K          |              | 1V           |             |
|-------------------|------------|--------------|--------------|-------------|
|                   | VE         | VU           | VE           | VU          |
| <b>Kéz</b>        | 24±17,8%   | 11,65±13,56% | 12,93±4,08%  | 8,87±10,75% |
| <b>Hüvelykujj</b> | 25,9±18,1% | 22,45±7,87%  | 11,06±11,18% | 12,74±3,39% |

2. táblázat. A végpont varianciája x, y és z tengely mentén vibráció előtt és vibráció után (átlag±szórás) cm<sup>2</sup>-ben kifejezve.

|          | K              |                | 1V            |               |
|----------|----------------|----------------|---------------|---------------|
|          | VE             | VU             | VE            | VU            |
| <b>x</b> | 2262,8±1829,1  | 2719,6±1727,5  | 4712,7±1829,1 | 4769,6±2335,1 |
| <b>y</b> | 12719,6±2078,1 | 13246,2±3933,9 | 8272,8±616,5  | 8733,7±834,9  |
| <b>z</b> | 928,9±376,8    | 717,2±51,1     | 2241,1±1117,8 | 1746,9±1373,3 |

3. táblázat. A delta anterior (DA), delta posterior (DP), triceps brachii (TB) és biceps brachii (BB) izmok %-os aktivitása a teljes mozgás során (átlag±szórás).

|           | K         |           | 1V       |           |
|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|
|           | VE        | VU        | VE       | VU        |
| <b>DA</b> | 55,5±8,1  | 51,1±7,7  | 58,2±7,8 | 61,8±9,7  |
| <b>DP</b> | 80,8±14,9 | 74,8±10,6 | 72,2±6,7 | 66,8±5,9  |
| <b>TB</b> | 95,4±5,6  | 99,4±0,7  | 97,6±2,7 | 99,9±0,1  |
| <b>BB</b> | 61,2±24,4 | 57,3±22,8 | 62,6±9,4 | 65,1±11,9 |