



# OPTIMALIZACE SNÍMÁNÍ MAXIMÁLNÍ SVALOVÉ SÍLY

HLÁVKOVÁ J., HRUBCOVÁ E., MÍŠKOVÁ, I., SLÁMOVÁ A., TUČEK  
M., OUVÍN, M., RAMEŠ, J.

*37. BENŮV DEN, 2013*

# MAXIMÁLNÍ SVALOVÁ SÍLA - $F_{MAX}$

- Síla, kterou je schopna vyšetřovaná osoba dosáhnout při maximálním volném úsilí vynakládané konkrétními svalovými skupinami.
- Vyjadřuje se ve fyzikálních jednotkách [N].
- Pro vyhodnocení měření lokální svalové zátěže je důležitá z důvodu odečtení procenta  $F_{max}$ , přičemž  $F_{max}$  odpovídá 100 %



## CÍLE PRÁCE

Provedení tohoto úkolu bylo dohodnuto na setkání fyziologů práce v říjnu 2012 ve firmě Škoda Auto v Mladé Boleslavi.

### Cílem úkolu bylo:

- určení vhodných manévrů pro snímání  $F_{max}$  u flexorových a extenzorových svalových skupin rukou a předloktí horních končetin.
- zpřesnění metodiky pro snímání maximální svalové síly v rámci standardizace postupů



## SPOLUPRÁCE NA ÚKOLU

- Na postavení designu prováděného úkolu spolupracovali pracovníci NRP pro fyziologie a psychofyziologie práce SZÚ s Ústavem hygieny a epidemiologie 1. LF UK, Praha
- Vytipování manévrů pro snímání maximální svalové síly vycházelo jednak ze současně používaných manévrů, jednak z manévrů doporučených rehabilitačními pracovníky z 1. LF UK Praha.



## PRO ODEČTÁNÍ $F_{MAX}$ BYLY VYTIPOVÁNY TYTO MANÉVRY

- Manévr č. 1: stoj, předpažit, loket pravý úhel, stisk dynamometru dlaní nahoru
- Manévr č. 2: stoj, předpažit, loket pravý úhel, stisk dynamometru dlaní dolů
- Manévr č. 3: stoj, ruka volně podél těla, stisk dynamometru dlaní k tělu
- Manévr č. 4: stoj, loket pravý úhel, tlak dlaní z boku proti odporu
- Manévr č. 5: stoj, loket pravý úhel, tlak hřbetem ruky z boku proti odporu
- Manévr č. 6: stoj, loket natažený, tlak na podložku dlaní shora
- Manévr č. 7: stoj, loket natažený, tlak na podložku dlaní zdola



# FOTODOKUMENTACE

Manévr č. 1: stoj, předpažit, loket pravý úhel, stisk dynamometru dlaní nahoru



Manévr č. 2: stoj, předpažit, loket pravý úhel, stisk dynamometru dlaní dolů



# FOTODOKUMENTACE

Manévr č. 3: stoj, ruka volně podél těla, stisk dynamometru dlaní k tělu



Manévr č. 4: stoj, loket pravý úhel, tlak dlaní z boku proti odporu



# FOTODOKUMENTACE

Manévr č. 5: stoj, loket pravý úhel, tlak hřbetem ruky z boku proti odporu



Manévr č. 6: stoj, loket natažený, tlak na podložku dlaní shora





# FOTODOKUMENTACE

Manévr č. 7: stoj, loket natažený,  
tlak na podložku dlaní zdola



# POSTUP PŘI PROVÁDĚNÍ SNÍMÁNÍ FMAX

- Vybrání pokusných osoby (celkem 48 osob, 36 žen a 12 mužů), věk v rozmezí 20-65 let , šlo o studenty lékařské fakulty a pracovníky SZÚ.
- V úvodu měření byly zaznamenány základní údaje o pokusné osobě (věk, výška, váha, pohlaví, lateralita) a bylo provedeno měření maximální svalové síly stisku ruky v N (pravý úhel v lokti) pomocí dynamometru.
- Následovalo měření metodou EMG – tj. snímaných biopotenciálů svalů rukou a předloktí při vytipovaných manévrech. Měření bylo prováděno na dominantní horní končetině.
- Design úkolu – manévr v dané poloze při vyvíjení svalové síly trval 3 – 4 sec. Mezi jednotlivými úkony bude pauza pro relaxaci v trvání cca 2 min.
- Pro zvýšení objektivity měření odečtení hodnot polovina pokusných osob provádět manévry v pořadí 1 – 7 a druhá polovina v pořadí opačném.

## POSTUP PŘI PROVÁDĚNÍ SNÍMÁNÍ F<sub>MAX</sub>

- Začátek i konec prováděného manévru byl v přístroji označen markerem v přístroji.
- Nejvyšší hodnoty zjištěné u jednotlivých manévrů byly odečítány z EMG křivky.
- Byly vypočítány průměrné hodnoty získaných dat pro každý manévr a výsledné průměrné hodnoty porovnány.



## VÝSLEDKY MĚŘENÍ - ŽENY, POŘADÍ MANÉVRŮ 1 – 7: FLEXOROVÉ SVALOVÉ SKUPINY

1.	103,5	96	92	81	6	97	167
2.	116,5	87	108,5	58,5	3,5	151	137,5
3.	109	97	92	101	25	81,5	94
4.	39	42,5	30,5	73,5	7	29	100
5.	91,5	110,5	94,5	36	128	53	24
6.	28,5	29,5	34,5	28	26,5	9	146
7.	29	23,5	23,5	37,5	16	24	67,5
8.	33,5	36	31,5	23,5	10	9	43,5
9.	33	30	28	69	12	87,5	73
10.	57,5	59,5	63	120	33	21	220,5
11.	21,5	35	35,5	101,5	11	16	120
12.	19,5	20	23	33,5	7,5	13,5	70
13.	20	23,5	27	22,5	5,5	4	50
14.	12	11	14,5	10,5	6	4	21
15.	10,5	16,5	23,5	18	8	18,5	21,5
16.	59	56	39,5	96,5	26,5	253	153,5
17.	39,5	34,5	42	42	6	9,5	191
18.	14,5	16,5	15,5	48	8	27	75,5
19.	23	19,5	16,5	33,5	7	5,5	75
20.	33,5	30,5	31,5	41,5	7,5	6	81,5
21.	18	14,5	22,5	10,5	69	9	176
22.	28	39,5	31,5	29	8,5	20	76,5
<b>Průměr</b>	<b>42,73</b>	<b>42,20</b>	<b>41,84</b>	<b>50,68</b>	<b>19,89</b>	<b>43,09</b>	<b>99,30</b>
<b>medián</b>	<b>31,00</b>	<b>32,50</b>	<b>31,50</b>	<b>39,50</b>	<b>8,25</b>	<b>19,25</b>	<b>79,00</b>
<b>SD</b>	<b>32,79</b>	<b>29,63</b>	<b>28,57</b>	<b>32,23</b>	<b>28,24</b>	<b>60,43</b>	<b>57,13</b>



## VÝSLEDKY MĚŘENÍ – ŽENY, POŘADÍ MANÉVRŮ 7 – 1: FLEXOROVÉ SVALOVÉ SKUPINY

1.	53	56,5	65	91	22,5	79	248
2.	35	43,5	48,5	108,5	12	22	51,5
3.	109	73	109,5	151,5	19	179	203,5
4.	22,5	22,5	44,5	16,5	10,5	13	86
5.	34,5	23	29,5	11	10	10	120,5
6.	35	31,5	42,5	35	31,5	38	117
7.	81,5	80	101,5	35	11	37,5	79,5
8.	44,5	40,5	35	67,5	46,5	17	83,5
9.	32	40,5	33,5	44,5	7	12,5	229
10.	16	20	22	39	8,5	34	132,5
11.	23,5	29	31,5	33,5	12	11	95,5
12.	35	21,5	10,5	8,5	107,5	7	120
13.	47	68,5	61,5	20	17,5	26	83,5
14.	24,5	25	27,5	8	8,5	7	52
15.	19	27	20	24	7,5	5,5	40,5
<b>průměr</b>	<b>40,8</b>	<b>40,13</b>	<b>45,5</b>	<b>46,23</b>	<b>22,1</b>	<b>33,23</b>	<b>116,17</b>
<b>medián</b>	<b>35,00</b>	<b>31,50</b>	<b>35,00</b>	<b>35,00</b>	<b>12,00</b>	<b>17,00</b>	<b>96,50</b>
<b>SD</b>	<b>24,95</b>	<b>20,20</b>	<b>28,47</b>	<b>41,47</b>	<b>25,95</b>	<b>44,60</b>	<b>63,74</b>



# VÝSLEDKY MĚŘENÍ – ŽENY, POŘADÍ MANÉVRŮ

## 1 – 7: EXTENZOROVÉ SVALOVÉ SKUPINY

1.	132,5	224	229,5	49,5	50,5	130	20,5
2.	132	129,5	197,5	40,5	33	114,5	42
3.	238	232,5	203,5	28,5	155,5	32	58,5
4.	130,5	75	81	19	51,5	23	37
5.	67,5	66,5	64,5	53	27	15,5	181,5
6.	126	98,5	134,5	94,5	44	52,5	31,5
7.	47,5	37	36,5	10,5	17,5	17,5	13
8.	50,5	49	38,5	13	19,5	29	32,5
9.	109	92,5	107	16	56,5	12,5	19,5
10.	222,5	133	161	23,5	99,5	60	34,5
11.	54,5	54	48,5	13,5	36	21,5	21
12.	31,5	25,5	31	5	17	8	12,5
13.	47	31,5	50,5	14,5	35	28,5	20,5
14.	16	18	21	10,5	23,5	18,5	12
15.	31,5	43,5	53,5	23	62	28,5	10,5
16.	99,5	84,5	64,5	28	105	22,5	13
17.	232,5	217	209	9	44,5	103,5	32
18.	30	45,5	23,5	12,5	32	37	14
19.	37	41,5	39	14	76,5	25	13
20.	129,5	88,5	102	28	52,5	66,5	28,5
21.	27,5	46	42	82,5	12,5	60	30,5
22.	61	65,5	67,5	15	36,5	36,5	12
<b>průměr</b>	<b>93,34</b>	<b>86,30</b>	<b>91,16</b>	<b>27,43</b>	<b>49,43</b>	<b>42,84</b>	<b>31,36</b>
<b>medián</b>	<b>64,25</b>	<b>66,00</b>	<b>64,50</b>	<b>17,50</b>	<b>40,25</b>	<b>28,75</b>	<b>20,75</b>
<b>SD</b>	<b>68,49</b>	<b>63,98</b>	<b>67,28</b>	<b>23,53</b>	<b>34,15</b>	<b>33,91</b>	<b>35,71</b>



# VÝSLEDKY MĚŘENÍ– ŽENY, POŘADÍ ÚKONŮ

## 7 – 1: EXTENZOROVÉ SVALOVÉ SKUPINY

1.	164	168,5	138,5	41	62	42	55,5
2.	202,5	199	212	52,5	62,5	59	54,5
3.	249	183	220,5	79	111,5	51	106
4.	57,5	51,5	28	34	25,5	20,5	26
5.	48,5	46	41,5	51	59,5	40,5	17
6.	172	126	196	156,5	125,5	155	12
7.	134,5	140	110,5	27,5	89	7	30
8.	145	138	106,5	11	42,5	14,5	23
9.	74,5	92,5	81	21	51	100,5	28,5
10.	32,5	41	37	6	40,5	21	13,5
11.	84,5	115,5	111,5	11,5	75	9	23,5
12.	252	88	93	20	21	14,5	19,5
13.	122,5	107,5	105,5	11	64	23	40,5
14.	32	42,5	51	34,5	40	24	18
15.	45	44,5	38	18	11	15	8
<b>průměr</b>	<b>121,07</b>	<b>105,57</b>	<b>104,70</b>	<b>38,30</b>	<b>58,70</b>	<b>39,77</b>	<b>31,70</b>
<b>medián</b>	<b>122,50</b>	<b>107,50</b>	<b>105,50</b>	<b>27,50</b>	<b>59,50</b>	<b>23,00</b>	<b>23,50</b>
<b>SD</b>	<b>75,46</b>	<b>53,63</b>	<b>63,79</b>	<b>38,22</b>	<b>31,95</b>	<b>40,21</b>	<b>24,94</b>



7:

## VÝSLEDKY MĚŘENÍ– MUŽI, POŘADÍ MANÉVRŮ 1 – FLEXOROVÉ A EXTENZOROVÉ SVALOVÉ SKUPINY

1.	93	125,5	83	186	22,5	19,5	240
2.	9,5	11	75,5	7	17	41,5	137,5
3.	21,5	20,5	25,5	4,5	62	12,5	112,5
<b>průměr</b>	<b>41,33</b>	<b>52,33</b>	<b>61,33</b>	<b>65,83</b>	<b>33,83</b>	<b>24,50</b>	<b>163,33</b>
<b>medián</b>	<b>21,50</b>	<b>20,50</b>	<b>75,50</b>	<b>7,00</b>	<b>22,50</b>	<b>19,50</b>	<b>137,50</b>
<b>SD</b>	<b>45,15</b>	<b>63,54</b>	<b>31,26</b>	<b>104,07</b>	<b>24,55</b>	<b>15,13</b>	<b>67,56</b>

1.	194,5	175	100,5	38	113	54	63
2.	57	56,5	11	27,5	20,5	7,5	13
3.	89,5	94	109,5	26	14,5	10,5	31,5
<b>průměr</b>	<b>113,67</b>	<b>108,50</b>	<b>73,67</b>	<b>30,50</b>	<b>49,33</b>	<b>24,00</b>	<b>35,83</b>
<b>medián</b>	<b>89,50</b>	<b>94,00</b>	<b>100,50</b>	<b>27,50</b>	<b>20,50</b>	<b>10,50</b>	<b>31,50</b>
<b>SD</b>	<b>71,87</b>	<b>60,57</b>	<b>54,46</b>	<b>6,54</b>	<b>55,22</b>	<b>26,02</b>	<b>25,28</b>





# VÝSLEDKY MĚŘENÍ– MUŽI, POŘADÍ MANÉVRŮ

## 7 – 1: FLEXOROVÉ SVALOVÉ SKUPINY

1.	171	152,5	142,5	201	23,5	127,5	142
2.	121,5	109,5	117	233	16	86	100,5
3.	31	17	8	100	18	87,5	197
4.	22,5	15	17,5	64	9	55	113,5
5.	19	18,5	20,5	52	7	8	174,5
6.	18	15,5	27,5	72,5	11	46,5	106
7.	30	21	33,5	131,5	7	99,5	216,5
8.	25	24	41,5	80,5	11	91	179,5
<b>průměr</b>	<b>54,75</b>	<b>46,63</b>	<b>51,00</b>	<b>116,81</b>	<b>12,81</b>	<b>75,13</b>	<b>153,69</b>
<b>medián</b>	<b>27,50</b>	<b>19,75</b>	<b>30,50</b>	<b>90,25</b>	<b>11,00</b>	<b>86,75</b>	<b>158,25</b>
<b>SD</b>	<b>58,19</b>	<b>53,41</b>	<b>50,11</b>	<b>66,93</b>	<b>5,86</b>	<b>37,02</b>	<b>44,36</b>



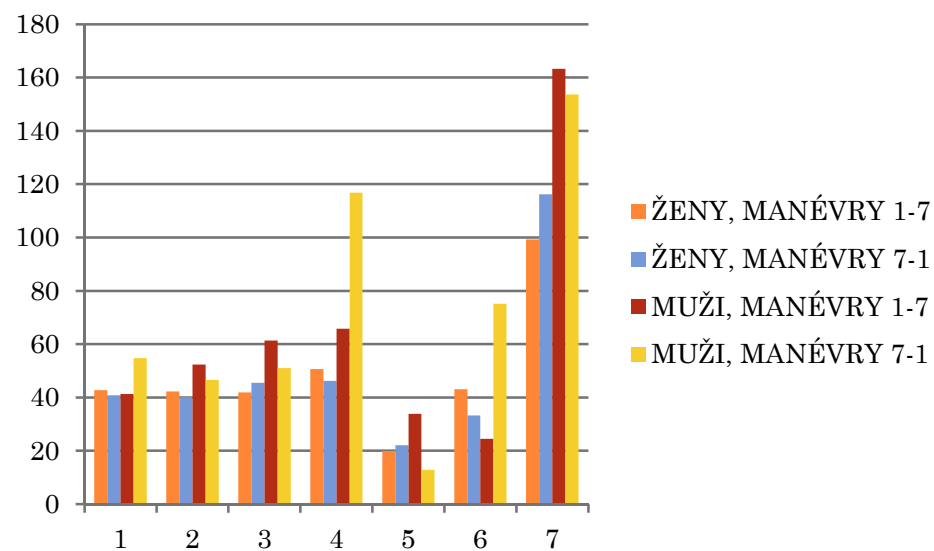
## VÝSLEDKY MĚŘENÍ – MUŽI, POŘADÍ ÚKONŮ 7 – 1: EXTENZOROVÉ SVALOVÉ SKUPINY

1.	249	249	249	238	249	49,5	249
2.	231	189,5	249	42,5	102,5	56,5	109,5
3.	40	26,5	13	20	41	16,5	30,5
4.	84,5	82	74	74	74,5	59	32
5.	43,5	51,5	46	7,5	19,5	25	12
6.	53,5	49,5	54	27	53	12	18
7.	93,5	82,5	235,5	16	47	21,5	14,5
8.	97,5	89	116	38,5	53,5	45	20
<b>průměr</b>	<b>111,56</b>	<b>102,44</b>	<b>129,56</b>	<b>57,94</b>	<b>80,00</b>	<b>35,63</b>	<b>60,69</b>
<b>medián</b>	<b>89,00</b>	<b>82,25</b>	<b>95,00</b>	<b>32,75</b>	<b>53,25</b>	<b>35,00</b>	<b>25,25</b>
<b>SD</b>	<b>82,41</b>	<b>76,74</b>	<b>99,50</b>	<b>75,59</b>	<b>72,51</b>	<b>18,89</b>	<b>82,43</b>



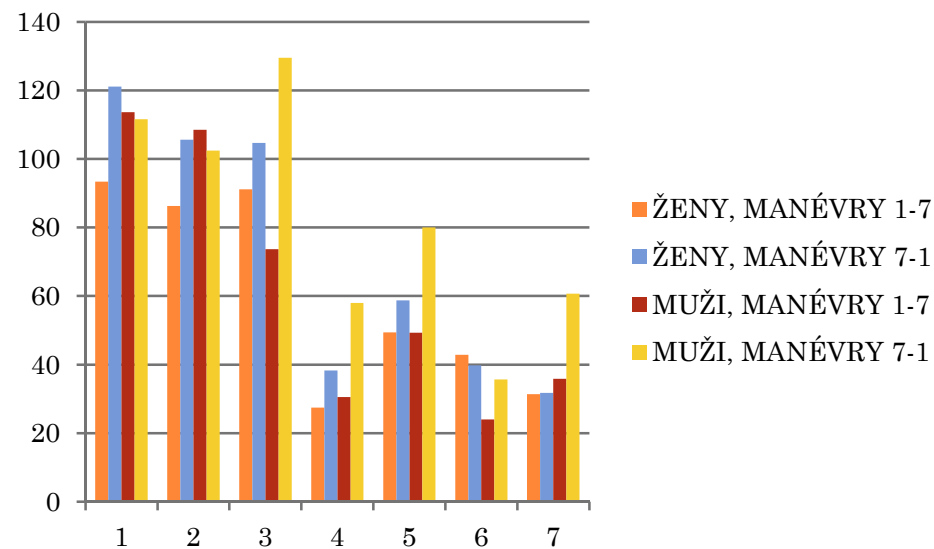
## POROVNÁNÍ PRŮMĚRNÝCH SVALOVÝCH SIL U FLEXOROVÝCH SVALOVÝCH SKUPIN

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
ŽENY, MANÉVRY 1-7	42,73	42,20	41,84	50,68	19,89	43,09	99,30
ŽENY, MANÉVRY 7-1	40,80	40,13	45,50	46,23	22,10	33,23	116,17
MUŽI, MANÉVRY 1-7	41,33	52,33	61,33	65,83	33,83	24,50	163,33
MUŽI, MANÉVRY 7-1	54,75	46,63	51,00	116,81	12,81	75,13	153,69



## POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ PRŮMĚRNÝCH SVALOVÝCH SIL U EXTENZOROVÝCH SVALOVÝCH SKUPIN

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
ŽENY, MANÉVRY 1-7	93,34	86,30	91,16	27,43	49,43	42,84	31,36
ŽENY, MANÉVRY 7-1	121,07	105,57	104,70	38,30	58,70	39,77	31,70
MUŽI, MANÉVRY 1-7	113,67	108,50	73,67	30,50	49,33	24,00	35,83
MUŽI, MANÉVRY 7-1	111,56	102,44	129,56	57,94	80,00	35,63	60,69



## ZÁVĚR

- Z výsledků měření vyplývá, že při srovnání manévrů snímání maximální svalové síly je pro flexorové svalové skupiny nejvíce účinný manévr č. 7 (stoj, loket natažený, tlak na podložku dlaní zdola).
- Pro extenzorové svalové skupiny pak manévr č. 1 (stoj, předpažit, loket pravý úhel, stisk dynamometru dlaní nahoru) – zejména ženy, popřípadě manévr č. 2 (stoj, předpažit, loket pravý úhel, stisk dynamometru dlaní dolů) a 3 (stoj, ruka volně podél těla, stisk dynamometru dlaní k tělu) – muži.
- Nebyly zjištěny významné rozdíly ve vynakládaných svalových silách u jednotlivých manévrů v závislosti na jejich pořadí.
- Rozdíly mezi ženami a muži



## ZÁVĚR

- Výsledky provedeného pilotního měření budou po podrobení statistické analýze zapracovány do metodiky pro standardizaci snímání maximální svalové síly při měření lokální svalové zátěže metodou integrované elektromyografie.



**Děkuji za pozornost**

