

Akute Effekte der Stochastischen Resonanz-Therapie bezüglich posturaler Regulation und Stabilität bei Patienten mit isolierter Ruptur des Vorderen Kreuzbandes

Lukas Kreißl¹; Thomas Bartels²; René Schwesig¹, Karl-Stefan Delank¹

¹ Department für Orthopädie, Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, MLU Halle-Wittenberg

² Sportklinik Halle

Hintergrund

Das vordere Kreuzband (VKB) gewährleistet Stabilität bei der Gleichgewichtsregulation und bei dynamischen Bewegungen. Non-contact-Distorsionstraumen und Hochrasanztraumen provozieren eine Ruptur mit anhaltenden neuromuskulären Einschränkungen und erhöhen das Arthrosrisiko. Wichtig ist, neben der mechanischen Kniestabilisierung (Operation) auch die funktionelle Stabilität im Rehabilitationsverlauf wiederherzustellen. Diesbezüglich wurden in der vorliegenden Studie akute Effekte der Stochastischen Resonanztherapie (SRT) bei Patienten mit isolierter Ruptur des vorderen Kreuzbandes untersucht.

Material & Methoden

Stichprobe:

An der Studie nahmen 48 Probanden (Alter: 25,6 ± 4 Jahre, Freizeitsport) teil. Es wurden zwei Probandenkollektive (Patienten mit isolierter VKB-Ruptur präoperativ n=12 und postoperativ n=12) mit jeweiligen gesunden Matches (n=24) untersucht. Matchkriterien waren biometrische Daten (Alter, Körpergröße, Gewicht, Tab. 1) und eine Übereinstimmung von Stand-, Schuss- und Sprungbein (mind. 2/3).

Tab. 1: Stichprobencharakteristik (n=48) bezüglich Alter, Größe und Gewicht. MW=Mittelwert; SD=Standardabweichung. präop. = präoperativ; postop. = postoperativ

Parameter (MW ± SD)	VKB präop. (n=12)	Match präop. (n=12)	VKB postop. (n=12)	Match postop. (n=12)
Alter (Jahre)	26,8 ± 4,19	25,6 ± 3,99	25,5 ± 4,31	25,6 ± 4,01
Körpergröße (m)	1,77 ± 0,08	1,78 ± 0,07	1,81 ± 0,06	1,81 ± 0,06
Körpergewicht (kg)	78,0 ± 7,26	77,9 ± 8,35	80,4 ± 12,3	80,4 ± 11,7

Untersuchungsablauf:

Messzeitpunkt 1 und 2 beinhalteten jeweils sechs Referenzmessungen auf stabilem Untergrund (NO) oder auf Schaumstoffpads (PO). Verwendet wurde ein Prototyp der Firma Haynl-Elektronik (Abb. 2), welcher auf der technischen Grundlage des Interaktiven Balance-Systems entwickelt wurde. Untersucht wurden haltungsrelevante Subsysteme und Produktparameter (Stabilitätsindikator ST, Gewichtsverteilungsindex WDI, Vorfuß-Rückfußbelastung Heel, Synchronisation, Seitigkeit Left). Zwischen beiden Messzeitpunkten erfolgte eine SRT-Trainingseinheit (Abb. 1).



Abb. 1: Intervention auf dem SRT-Zeptor (Fa. FREI SWISS AG, Thalwil, Schweiz; einbeinig, 5x 1 Minute, Pausenzeit 1 Minute, Noise 4, Frequenz 7 Hz). Trainingseinheit nur auf verletztem Bein.

Statistische Auswertung:

In dieser Studie wurden mittels SPSS 28.0 deskriptiv MW, SD und 95%-Konfidenzintervalle errechnet. Überdies erfolgte ein varianzanalytischer Vergleich einschließlich der Berechnung von Effektmaßen (Cohen's d – und Hartmann's d).



Abb. 2a-d: Messpositionen auf dem Posturographie-Messgerät (Firma Haynl-Elektronik GmbH, Schönebeck) a) beidbeinig NO; b) beidbeinig PO; c) einbeinig NO; d) einbeinig PO; Fotos: Julia Städler.

Ergebnisse

Die präoperative VKB-Gruppe wies bezüglich einbeiniger Effekte beim verletzten Bein eine Leistungszunahme im Parameter ST_PO auf (d=0,86). Für das gesunde Bein fand sich im peripher-vestibulären Subsystem (F2-4) eine Leistungsabnahme (d= -0,83) für die NO-Position und eine Steigerung (d=0,67) für die PO-Position. Der Parameter Heel_PO wies eine Veränderung im Sinne einer vermehrten Vorfußbelastung (d= -0,55) auf. Die postoperative VKB-Gruppe zeigte für das operierte Bein eine Leistungsabnahme (d= -0,69) im visuellen- und nigrostriatalen Subsystem (F1).

Es wurde eine vermehrte Vorfußbelastung (Heel; d= -0,79) und eine Leistungszunahme im somatosensorischen Subsystem (F5-6; d=0,52) beobachtet.

Seitens des gesunden Beines zeigte sich eine Leistungssteigerung im Parameter F2-4_PO (d=0,83) und im cerebellären Subsystem F7-8_NO (d=0,51) sowie eine Leistungsabnahme im Parameter F5-6_PO (d= -0,61). Bezüglich beidbeiniger Effekte gab es in der präoperativen VKB-Gruppe eine Leistungsabnahme für den Parameter F1_NO (d= -0,59), während die postoperative Gruppe Leistungsminderungen für die Parameter F2-4_NO/PO (d= -0,67/-0,60), F5-6_NO (d= -0,52), Synch_NO (d= -0,50) und ST_NO (-0,62) aufwies (Tab. 2). Betrachtet man alle Probandengruppen, so fand sich die größte Anzahl relevanter Effekte im peripher-vestibulären Subsystem F2-4 (einbeinig n=10, beidbeinig n=8; Abb. 3 und 4).

Tab. 2: Varianzanalytischer Vergleich (MZP 1 vor Zeptor vs. MZP 2 nach Zeptor) der postoperativen Gruppen in Bezug auf die beidbeinigen Messparameter. Mittelwerte ± Standardabweichung; d= Effektgrößen (d_H=Hartmann's d, d_C=Cohen's d); Signifikanzniveau: p<0,05 oder η_p²≥0,10 und d≥0,50). Relevante Unterschiede/Effekte sind fett hervorgehoben.

	VKB Patienten (n=12)				Gematchte Kontrollgruppe (n=12)				Varianzanalyse p (η ²)		
	Prä	Post	d _H	d _C	Prä	Post	d	Gruppe	Zeit	Gruppe x Zeit	
F1_NO	16,7 ± 6,37	17,8 ± 7,92	-0,15	-0,12	15,8 ± 5,19	24,2 ± 9,46	-1,15	-0,83	0,230 (0,065)	0,028 (0,201)	0,085 (0,129)
F1_PO	16,1 ± 6,47	17,3 ± 5,37	-0,20	-0,13	21,3 ± 6,04	17,5 ± 5,62	0,67	0,56	0,150 (0,092)	0,417 (0,030)	0,139 (0,097)
F2-4_NO	6,00 ± 1,82	7,68 ± 3,17	-0,67	-0,84	6,45 ± 1,40	8,72 ± 2,95	-1,04	-0,70	0,385 (0,035)	0,002 (0,368)	0,598 (0,013)
F2-4_PO	6,19 ± 1,79	7,57 ± 2,83	-0,60	-1,07	8,43 ± 1,16	9,69 ± 1,93	-0,82	-0,73	0,009 (0,271)	0,000 (0,450)	0,859 (0,001)
F5-6_NO	2,29 ± 0,87	2,79 ± 1,06	-0,52	-0,58	2,57 ± 0,68	3,51 ± 1,18	-1,01	-0,83	0,149 (0,092)	0,002 (0,357)	0,310 (0,047)
F5-6_PO	3,87 ± 1,46	3,57 ± 1,36	0,21	0,30	5,06 ± 1,30	5,15 ± 1,35	-0,07	-0,11	0,015 (0,238)	0,595 (0,013)	0,307 (0,047)
F7-8_NO	0,42 ± 0,17	0,49 ± 0,17	-0,42	-0,43	0,46 ± 0,10	0,65 ± 0,32	-0,91	-0,67	0,177 (0,081)	0,012 (0,256)	0,232 (0,064)
F7-8_PO	0,48 ± 0,12	0,52 ± 0,17	-0,24	-0,24	0,65 ± 0,15	0,63 ± 0,19	0,13	0,13	0,018 (0,228)	0,837 (0,002)	0,384 (0,035)
Synch_NO	426 ± 349	237 ± 405	-0,50	-0,36	483 ± 284	545 ± 260	0,23	0,22	0,088 (0,126)	0,477 (0,023)	0,163 (0,086)
Synch_PO	414 ± 302	429 ± 353	0,05	0,03	364 ± 310	325 ± 217	-0,15	-0,17	0,414 (0,031)	0,882 (0,001)	0,736 (0,005)
ST_NO	11,5 ± 3,46	13,5 ± 5,11	-0,47	-0,62	13,7 ± 3,43	16,7 ± 3,94	-0,81	-0,86	0,085 (0,129)	0,001 (0,377)	0,492 (0,022)
ST_PO	19,1 ± 6,64	19,0 ± 7,70	0,01	0,01	25,2 ± 5,21	25,6 ± 4,87	-0,08	-0,16	0,015 (0,241)	0,835 (0,002)	0,778 (0,004)
WDI_NO	5,06 ± 2,54	5,50 ± 2,57	-0,17	-0,17	3,70 ± 1,92	4,69 ± 1,67	-0,55	-0,47	0,169 (0,084)	0,148 (0,093)	0,573 (0,015)
WDI_PO	4,01 ± 2,20	4,16 ± 2,49	-0,06	-0,07	3,21 ± 1,39	2,75 ± 1,34	0,37	0,27	0,118 (0,107)	0,693 (0,007)	0,446 (0,027)
Heel_NO	46,2 ± 7,08	45,0 ± 6,26	-0,18	-0,17	49,5 ± 6,86	49,4 ± 7,96	-0,01	-0,01	0,142 (0,095)	0,658 (0,009)	0,705 (0,007)
Heel_PO	44,4 ± 5,51	44,2 ± 6,30	-0,03	-0,05	44,8 ± 3,17	46,8 ± 3,67	0,59	0,63	0,405 (0,032)	0,288 (0,051)	0,180 (0,080)
Left_NO	50,9 ± 3,45	50,2 ± 3,41	0,20	0,17	50,7 ± 2,89	51,6 ± 2,92	-0,31	-0,27	0,613 (0,012)	0,875 (0,001)	0,301 (0,048)
Left_PO	51,6 ± 3,97	50,1 ± 3,26	0,42	0,31	50,5 ± 2,79	51,8 ± 2,60	-0,48	-0,37	0,740 (0,005)	0,875 (0,001)	0,123 (0,105)

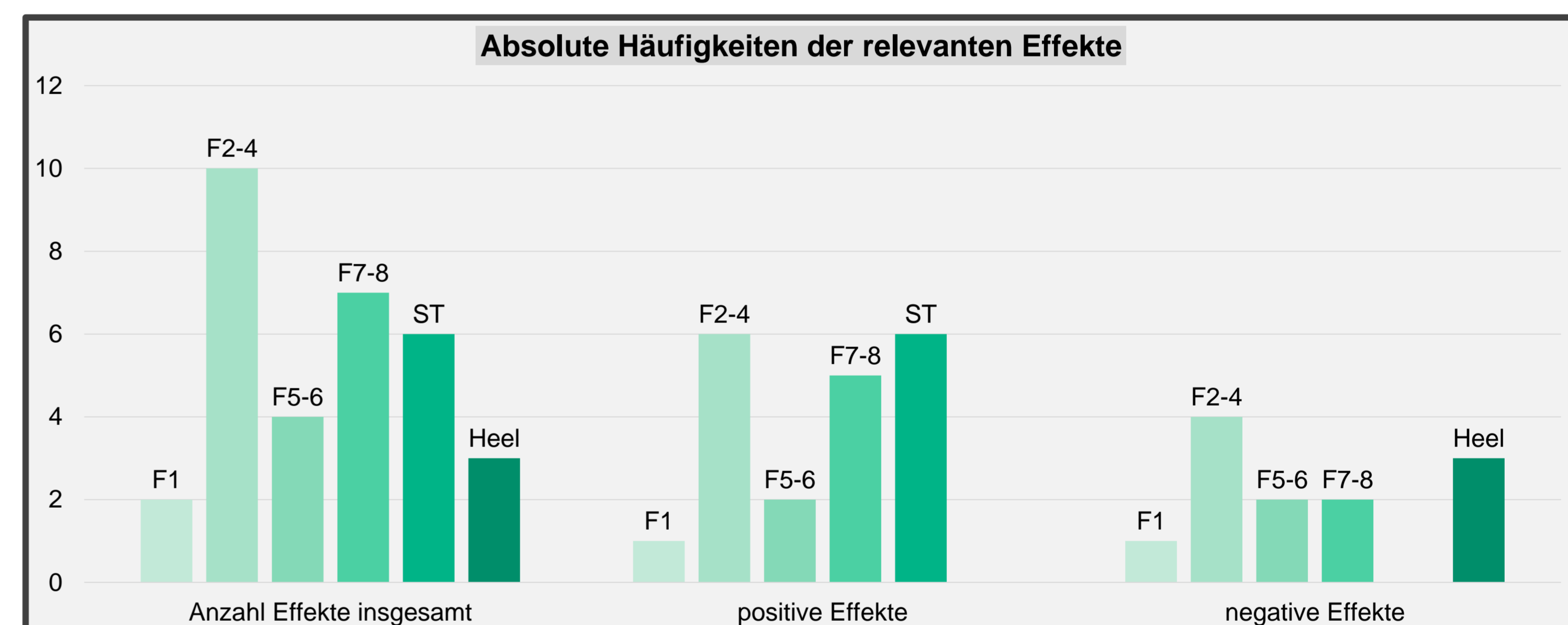


Abb. 3: Parameterspezifische Anzahl relevanter Effekte (n=32) bei einbeinigen Messungen nach der Intervention mit Stochastischer Resonanztherapie.

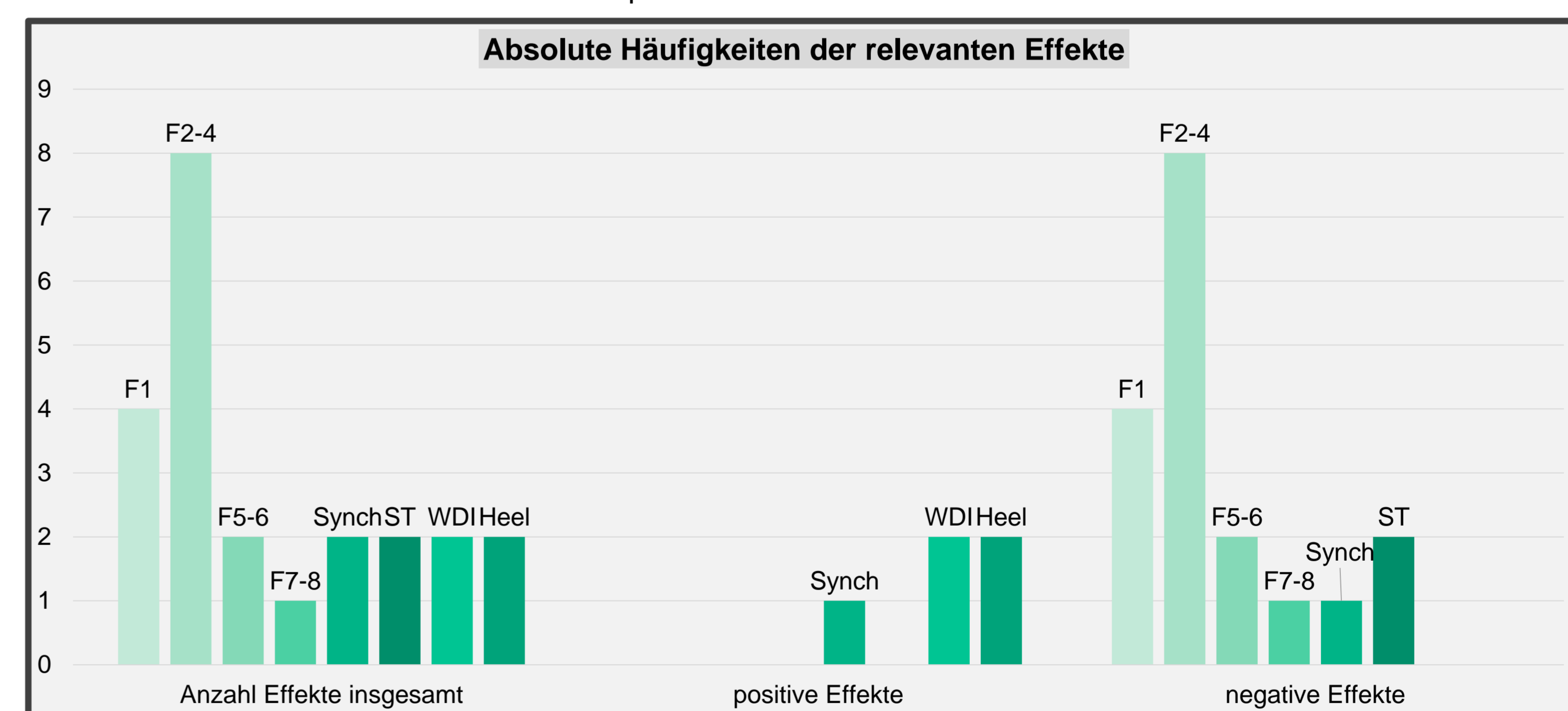


Abb. 4: Parameterspezifische Anzahl relevanter Effekte (n=25) bei beidbeinigen Messungen nach der Intervention mit Stochastischer Resonanztherapie.

Schlussfolgerung

Die Stochastische Resonanztherapie führte bei singularer Anwendung zu ausgewogenen Leistungszunahmen bzw. -abnahmen der posturalen Funktion in Bezug auf einbeinige Messparameter. Für beidbeinige Messparameter traten ausschließlich negative relevante Effekte bei den VKB-Patienten auf. Die SRT löste bei den VKB-Patienten akute Leistungsänderungen einbeiniger und beidbeiniger Parameter aus. SRT könnte in Physiotherapie- und Rehabilitationsprogrammen bei Langzeitanwendung Trainingseffekte auslösen und somit die neuromuskuläre Funktion verbessern. Möglicherweise könnte SRT auch in präventiven Trainingsprogrammen hilfreich sein.

Wir danken den Probanden der Studie für ihre Teilnahme! Darüber hinaus bedanken wir uns bei der Sportklinik Halle für die gute Zusammenarbeit!