

4. Ergebnisbeschreibung

4.1. Charakterisierung der Stichprobe

Tab.4 Charakteristik der Gruppen zum Prä-Messzeitpunkt (Baseline), ie Konrollgruppe (n0 = 14), Galileo-Gruppe (n1 = 15) und Power-Plate-Gruppe (n2 = 14)

parameter	control		galileo		powerplate		Kruskal Wallis p value
	mean	sd	mean	sd	mean	sd	
age	24.93	2.615	25.67	3.039	24.29	3.970	0.5715
height	182.1	7.022	182.9	5.158	182.2	7.693	0.9963
weight	88.79	18.82	81.34	13.34	85.71	13.04	0.4216
bmi	26.86	5.840	24.09	3.681	25.86	3.924	0.3018
twopow	49.44	4.967	47.02	7.620	50.26	6.723	0.3995
sprint	2.556	0.1618	2.549	0.1743	2.457	0.1279	0.1545
gripd	50.62	5.731	52.05	9.382	50.27	5.494	0.9281
mustopd	174.9	30.54	164.0	25.12	178.9	20.82	0.2708
mustopn	168.9	31.55	163.2	26.55	177.2	21.87	0.2490
musbotd	130.5	28.84	116.7	23.86	125.8	20.19	0.2615
musbotn	128.9	28.31	117.3	21.79	125.2	21.03	0.2947

Aus der Tab. 4 wurden hinsichtlich der Beschreibung der Stichprobe (Baseline) folgende Daten abgeleitet: Die Gesamtstichprobe hatte ein durchschnittliches Alter von 24,98 Jahren. Der P-Wert des Kruskal-Wallis-Tests mit 0,5715: zeigt, dass es bzgl. des Alters keine bedeutsamen Mittelwertunterschiede zwischen den Gruppen gibt.

Die durchschnittliche Größe der Probanden der Gesamtstichprobe betrug 182,38 cm. Bei der gegebenen Verteilung ergibt sich nach Durchführung des Mittelwertvergleichstests zwischen den Gruppen bzgl. der Größen ein P-Wert von 0,9963, also kann angenommen werden, dass die Gruppen auch hinsichtlich der Größe homogen sind.

Das arithmetische Mittel des Gewichts der Probanden aller Gruppen betrug 85,19 kg.

Bei einem P-Wert von 0,4216 ist betreffend der Gewichtsmittelwertunterschiede zwischen den Gruppen zu konstatieren, dass durch Randomisierung relativ homogene Gruppen entstanden sind.

Aus der Größe und dem Gewicht ergab sich nach Mittlung über die Gesamtstichprobe ein BMI von 25,57 kg/cm². Auch hier ergeben sich nach Durchführung des Kruskal Wallis keine signifikanten Mittelwertunterschiede zwischen den Gruppen (p-value: 0,3018).

In Hinsicht auf die physikalisch erbrachte Leistung im Beidbeinsprung (P-Wert:0,3995) ergibt sich zwischen den Gruppen (Baseline) ebenfalls kein überzufälliger Mittelwertunterschied. Das Gleiche gilt für die Sprintzeit (P-Wert: 0,1545) und für die Handgriffkraft der dominanten Hand (P-Wert: 0,9281). Die Mittelwertunterschiede der Querschnittsflächen der Oberschenkel (baseline) unterscheiden sich ebenfalls nicht statistisch bedeutsam voneinander. Dies gilt für die oberen Schnitte auf der dominanten Seite und nicht dominante Seite (mustopd, mustopn) und für die unteren Schnitte (musbotd, musbotn).

4.2. Korrelationsstatistische Analyse der Parameter der Prä-Messung

Tab.5 Korrelation einiger Parameter der Prä-Messung (Baseline)

	age	height	weight	twopow	twofor	twohei	onepowd	oneford	drotim	lanfor
age	1.00	0.18	0.27	-0.17	-0.14	0.01	-0.31	-0.17	0.14	-0.07
height	0.18	1.00	0.17	0.03	-0.12	0.19	-0.04	-0.15	-0.08	0.00
weight	0.27	0.17	1.00	-0.27	-0.49	0.38	-0.34	-0.39	-0.10	0.00
twopow	-0.17	0.03	-0.27	1.00	0.60	0.54	0.52	0.32	-0.02	-0.15
twofor	-0.14	-0.12	-0.49	0.60	1.00	0.04	0.44	0.35	0.23	0.06
twohei	0.01	0.19	0.38	0.54	0.04	1.00	0.46	0.13	-0.12	-0.15
onepowd	-0.31	-0.04	-0.34	0.52	0.44	0.46	1.00	0.75	0.02	-0.05
oneford	-0.17	-0.15	-0.39	0.32	0.35	0.13	0.75	1.00	0.29	-0.03
drotim	0.14	-0.08	-0.10	-0.02	0.23	-0.12	0.02	0.29	1.00	0.22
lanfor	-0.07	0.00	0.00	-0.15	0.06	-0.15	-0.05	-0.03	0.22	1.00
sprint	0.19	-0.10	0.25	-0.74	-0.40	-0.47	-0.65	-0.49	0.22	0.23
gripd	0.23	0.42	0.38	0.27	0.10	0.45	0.25	0.02	-0.06	0.00

Tabelle 5 stellt die Produkt-Moment-Korrelationskoeffizienten oder auch Pearson'scher Korrelationskoeffizient zwischen den gemessenen Parametern dar. Die Produkt-Moment-Korrelation beschreibt den Zusammenhang zwischen den standardisierten Variablen.

Die Produkt-Moment-Korrelation ist gleichwertig mit der anhand der beiden Varianzen relativierten Kovarianz. Auffällig ist die hohe negative Korrelation zwischen der Sprintzeit und der Leistung im Beidbeinsprung. Der Pearson'scher Korrelationskoeffizient beträgt -0,74. Ein negativer Wert dieser Höhe zeigt auf Grund der umgekehrten Proportionalität zwischen Zeit und Leistung eine linear positive Abhängigkeit. Auch für die Leistung im Einbeinsprung des dominanten Beines und die Schnelligkeit beim Sprint lässt sich eine mittlere Korrelation (-0,65) ableiten.

Zwischen der Leistung und der Kraft beim Beidbeinsprung ergibt sich zum Prä-Messzeitpunkt ein Pearson'scher Korrelationskoeffizient von 0,6, welcher einem mittleren positiven Zusammenhang entspricht. Zwischen der Leistung und der Kraft beim Einbeinsprung des dominanten Beines ergibt sich zum Prä-Messzeitpunkt ein Korrelationskoeffizient von 0,75. Dieser zeigt einen hohen positiven Zusammenhang zwischen den Werten, der sich aber physikalisch erklären lässt. Bei der Leonardo-Mechanographie wird die Kraft und das Gewicht gemessen, aus dem Quotienten von Kraft pro Masse ergibt sich die Beschleunigung, die Multiplikation der Beschleunigung mit der Zeit ergibt die Geschwindigkeit, die Multiplikation der Geschwindigkeit mit der Kraft die Leistung.

Tab.6 Korrelation zwischen den Muskelquerschnitten und einigen anderen Parametern der Prä-Messung (Baseline)

	weight	height	twopow	twofor	sprint	mustopd	mustopn	musbotd	musbotn
weight	1.00	0.18	-0.27	-0.48	0.24	0.78	0.74	0.88	0.88
height	0.18	1.00	0.03	-0.11	-0.10	0.15	0.20	-0.07	-0.04
twopow	-0.27	0.03	1.00	0.60	-0.73	0.17	0.21	-0.05	-0.03
twofor	-0.48	-0.11	0.60	1.00	-0.40	-0.22	-0.17	-0.32	-0.29
sprint	0.24	-0.10	-0.73	-0.40	1.00	-0.24	-0.35	0.05	-0.02
mustopd	0.78	0.15	0.17	-0.22	-0.24	1.00	0.93	0.88	0.87
mustopn	0.74	0.20	0.21	-0.17	-0.35	0.93	1.00	0.78	0.84
musbotd	0.88	-0.07	-0.05	-0.32	0.05	0.88	0.78	1.00	0.96
musbotn	0.88	-0.04	-0.03	-0.29	-0.02	0.87	0.84	0.96	1.00

Tabelle 6 stellt die Produkt-Moment-Korrelationskoeffizienten zwischen den Muskelquerschnittsflächen und den oben dargestellten Parametern dar. Zu erkennen ist ein hoher positiver Zusammenhang zwischen den Muskelquerschnittsflächen des oberen slice (mustop) und des unteren slice (musbot) sowohl auf der dominanten ($r = 0,88$), als auch auf der nicht dominanten Seite ($r = 0,84$). Des Weiteren weist die Analyse der Werte zwischen dem linken und rechten Oberschenkel mit einem Korrelationskoeffizienten von $r = 0,93$ im oberen Drittel und einem Koeffizienten von $r = 0,96$ im unteren Drittel auf einen hohen Zusammenhang hin. Weiterhin ist eine hohe positive Beziehung zwischen dem Körpergewicht und den Querschnittsflächen (zwischen $r = 0,74$ und $r = 0,88$) zu erkennen.

4.3. Absoluten und relative Veränderungen im Längsschnitt

4.3.1. Statistische Analyse und graphische Darstellung des Beidbeinsprungs

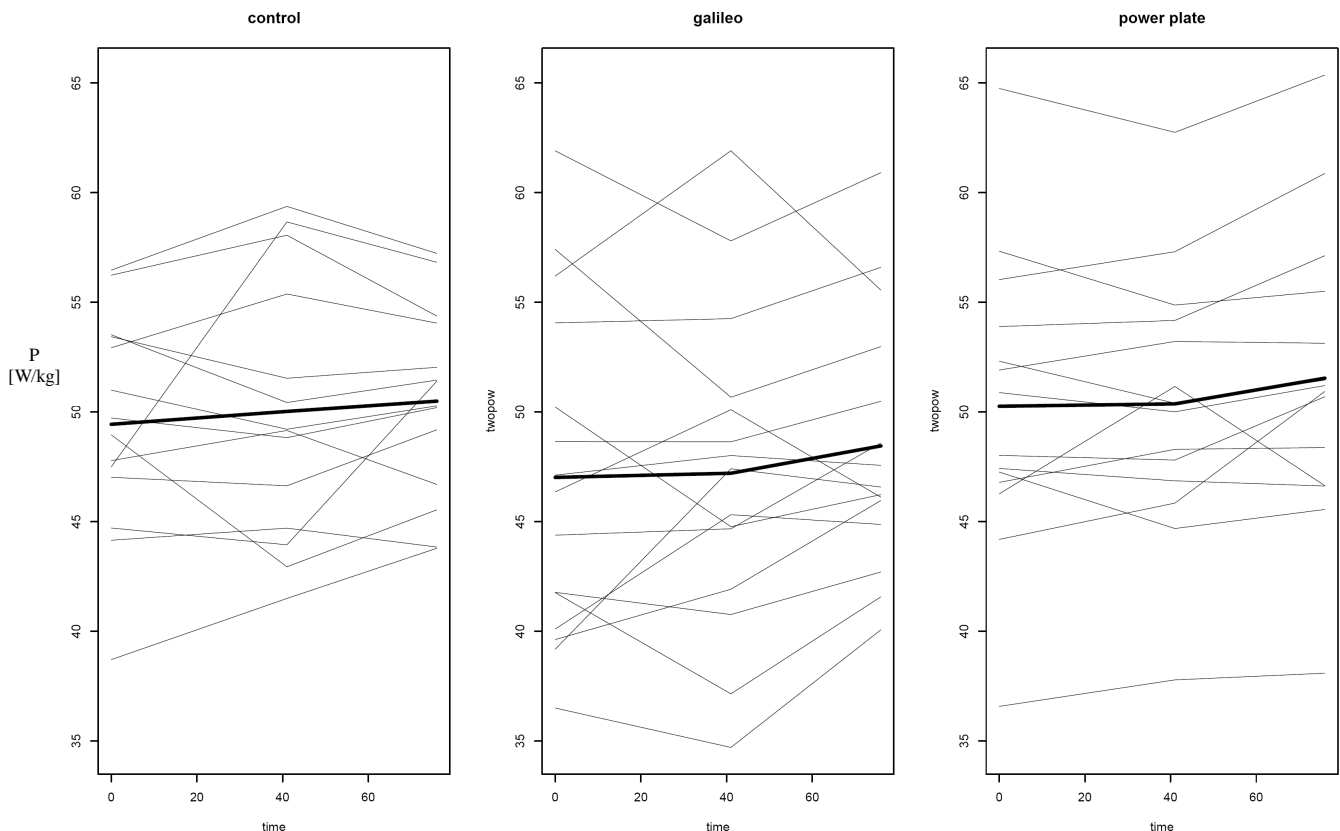


Abb. 12 Maximale relative Leistung [Watt/kg] des Beidbeinsprungs versus Zeit [Tage] in den Gruppen

Abbildung 12 zeigt die absoluten Veränderungen der Leistung [Watt/kg] des Beidbeinsprungs im Längsschnitt der einzelnen Gruppen. Dargestellt ist die Entwicklung der Daten zu den jeweiligen Messzeitpunkten Prä, Mittel und Post. Die dünnen Linien sind den einzelnen Probanden zuzuordnen. Die dicke Linie stellt die Veränderung des Mittelwerts (arithmetisches Mittel) der Gruppe über die Zeit graphisch dar.

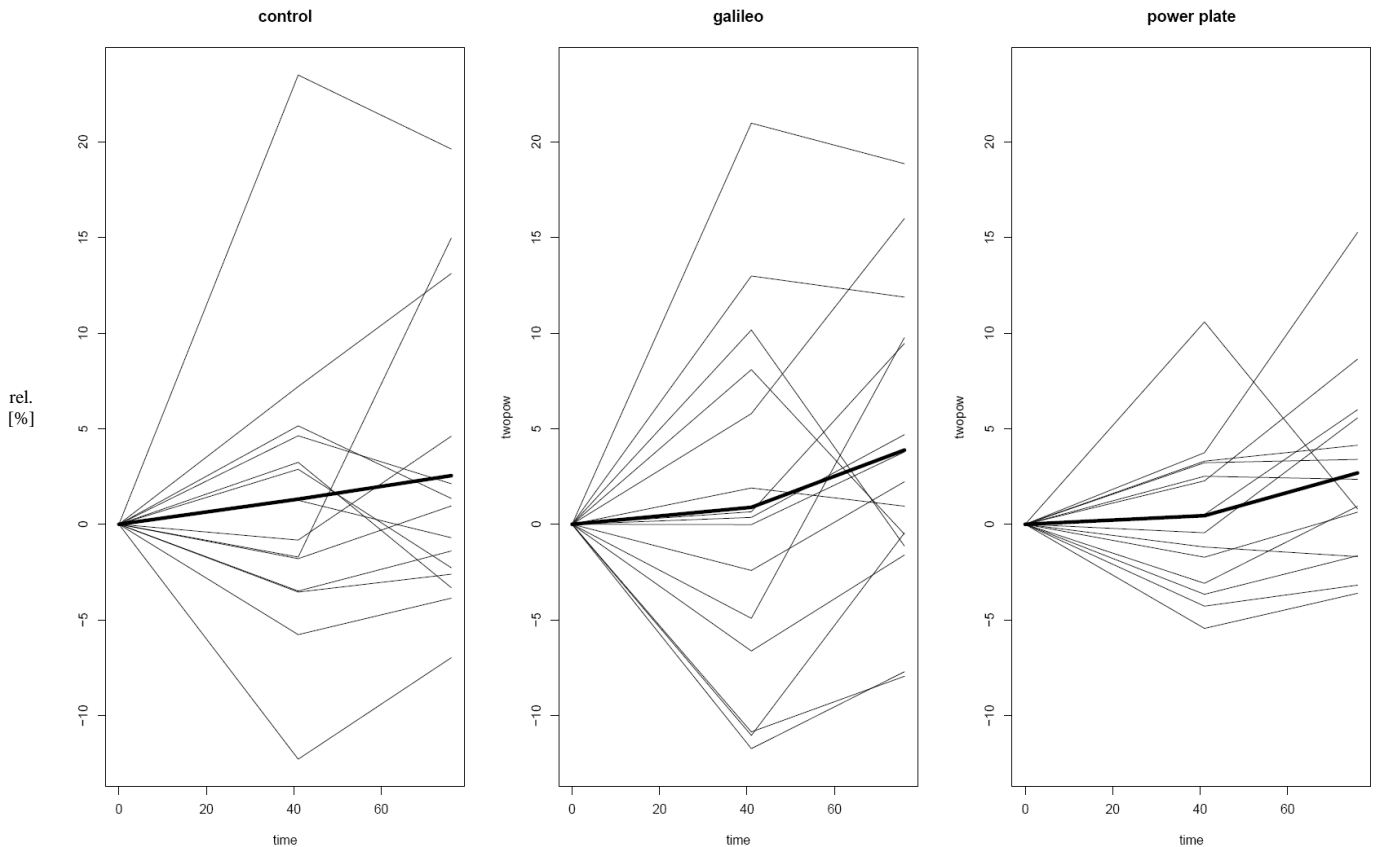


Abb. 13 Relative Veränderung der relativen Leistung [Watt/kg] des Beidbeinsprungs versus Zeit [Tage] in den Gruppen

Abbildung 13 stellt die relativen Veränderungen der Leistung [Watt/kg] des Beidbeinsprungs im Längsschnitt der einzelnen Gruppen dar. Dies geschieht graphisch durch die Verschiebung der Baseline Messwerte auf einen gemeinsamen Nullpunkt. Gezeigt wird ebenfalls die Entwicklung der Daten zu den jeweiligen Messzeitpunkten. Die dünnen Linien sind wieder den einzelnen Probanden zuzuordnen. Die dicke Linie stellt die Entwicklung des Mittelwerts graphisch dar.

Tab.7 Ergebnisse der univariaten Analyse der relativen Leistung [Watt/kg] des Beidbeinsprungs

			control	galileo	power plate
towpow	abs Δ	mean	1.055	1.435	1.280
		sd	3.636	3.432	2.451
		Wilcoxon	0.6257	0.1688	0.1353
			Kruskal Wallis		
			0.7192		
	rel Δ	mean	2.543	3.881	2.684
sd		7.885	7.931	5.101	

Tabelle 7 zeigt die Berechnung der Mittelwerte (arithmetisches Mittel) und Standardabweichung der absoluten (abs) und relativen (rel) Veränderungen für die einzelnen Gruppen. Für die Signifikanzprüfung der Veränderung des Mittelwertes innerhalb der Gruppe wurde der Wilcoxon-Test herangezogen. Ob es signifikante Unterschiede bezüglich der Veränderung zwischen den Gruppen (Power-Plate-Gruppe vs. Galileo-Gruppe vs. Kontrollgruppe) gab, wurde mit dem Kruskal-Wallis-Test geprüft. Gezeigt werden die P-Werte der Tests.

Die ermittelten Werte zeigen, dass die positive Veränderung der auf das Körpergewicht bezogenen Leistung der Galileo-Gruppe von 3,881 % (P: 0,1688) und der Verbesserung der Power-Plate-Gruppe um 2,684 % (P: 0,1353) über die Zeit nicht bedeutsam sind. Ebenfalls ergibt sich folgerichtig auch kein signifikanter Unterschied (P: 0,7192) bezüglich der Entwicklung der Leistung zwischen den Gruppen.

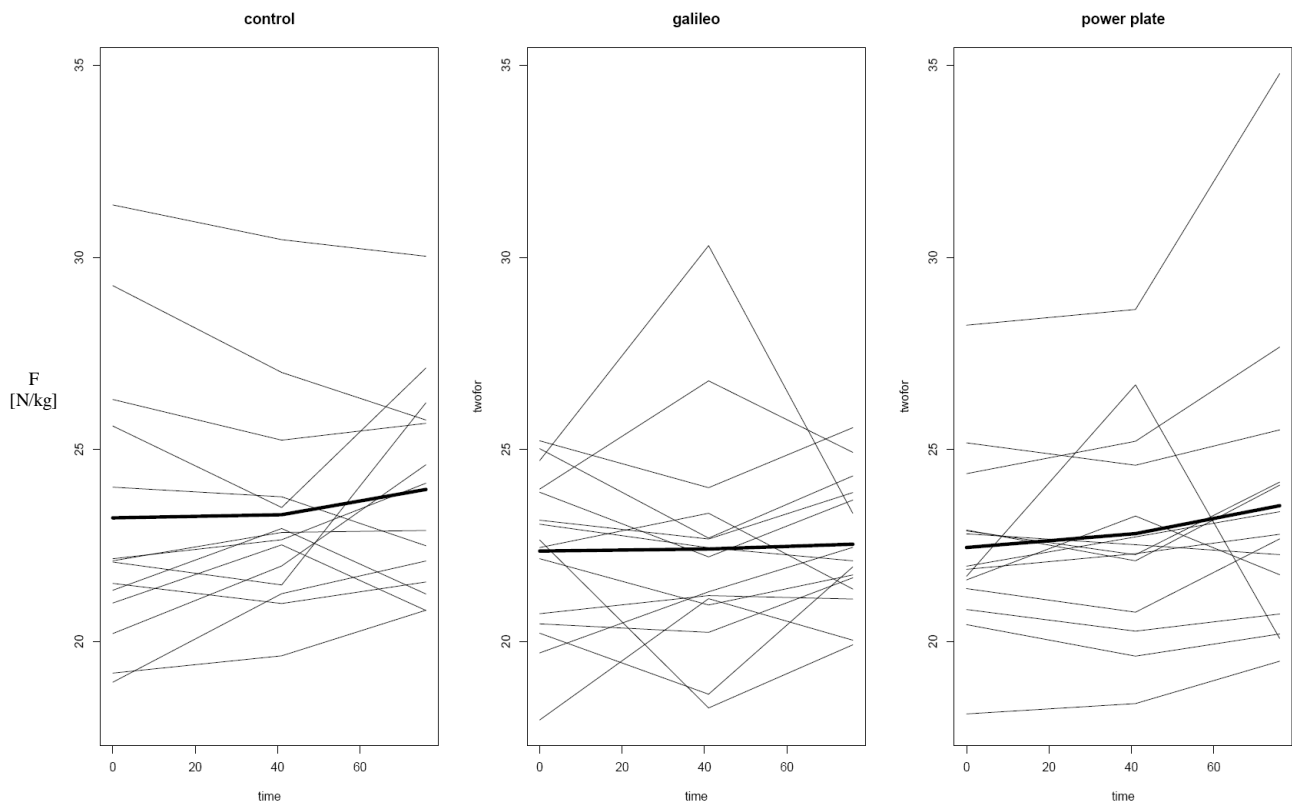


Abb. 14 Maximale relative Kraft [N/kg] des Beidbeinsprungs versus Zeit [Tage] in den Gruppen

Abbildung 14 zeigt die absoluten Veränderungen der auf das Körpergewicht bezogenen Kraft [N/kg] des Beidbeinsprungs im Längsschnitt der einzelnen Gruppen. Aufgezeigt wird die Entwicklung der Daten zu den jeweiligen Messzeitpunkten Prä, Mittel und Post. Die dünnen Linien sind den einzelnen Probanden zugeordnet. Die dicke Linie stellt die Veränderung des Mittelwerts (arithmetisches Mittel) der Gruppe über die Zeit graphisch dar.

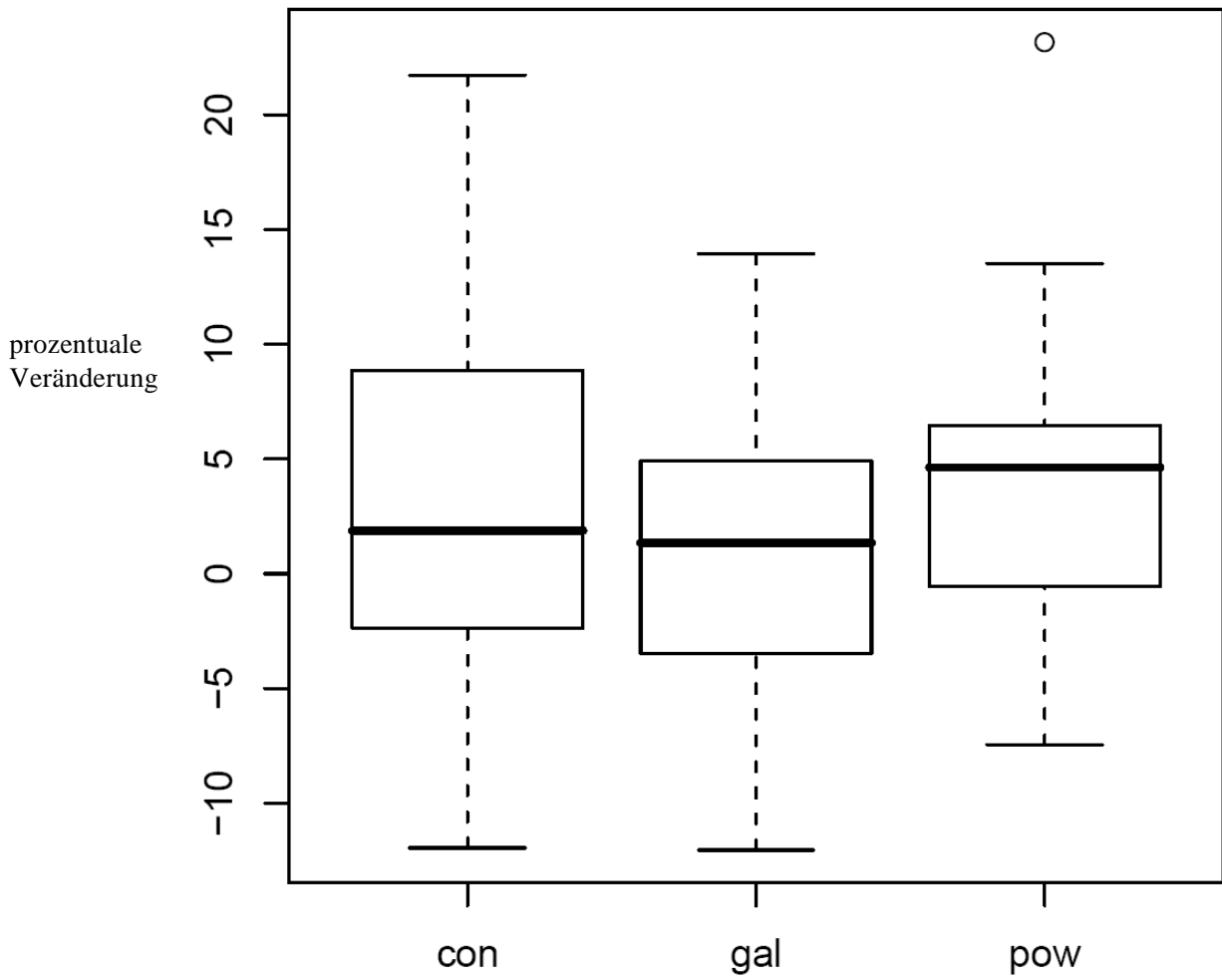


Abb. 15 Relative Veränderung der relativen Kraft [N/kg] des Beidbeinsprungs zwischen der Prä – und Postmessung im Boxplot mit Darstellung von Median und Quantilen

Tab.8 Ergebnisse der univariaten Analyse der relativen Kraft [N/kg] des Beidbeinsprungs

			control	galileo	power plate
twofor	abs Δ	mean	0.74	0.1783	1.088
		sd	2.235	1.454	1.954
		Wilcoxon	0.2958	0.6387	0.04944
		Kruskal Wallis		0.5267	
	rel Δ	mean	4.137	1.202	4.428
		sd	9.88	6.932	7.447

Tabelle 8 zeigt die Berechnung der Mittelwerte (arithmetisches Mittel) und Standardabweichung der absoluten (abs) und relativen (rel) Veränderungen für die einzelnen Gruppen. Für die Signifikanzprüfung der Veränderung des Mittelwertes innerhalb der Gruppe wurde der Wilcoxon-Test herangezogen. Ob es signifikante Unterschiede bezüglich der Veränderung zwischen den Gruppen (Power-Plate-Gruppe vs. Galileo-Gruppe vs. Kontrollgruppe) gab, wurde mit dem Kruskal-Wallis-Test geprüft. Gezeigt werden die P-Werte der Tests.

Die ermittelten P-Werte zeigen, dass die positive Veränderung der auf das Körpergewicht bezogenen Kraft der Galileo-Gruppe von 1,202 % (P: 0,6387) nicht signifikant ist. Die Verbesserung der Power-Plate-Gruppe um 4,428 % (P: 0,04944) über die Zeit ist jedoch mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 4,944 % bedeutsam. Dennoch ergibt sich kein signifikanter Unterschied (P: 0,5267) bezüglich der Entwicklung der relativen Kraft zwischen den Gruppen.

Tab.9 Ergebnisse der univariaten Analyse der Sprunghöhe [cm] des Beidbeinsprungs

			control	galileo	power plate
twohei	abs Δ	mean	0.003064	0.01535	-0.01045
		sd	0.1644	0.069	0.0482
	Wilcoxon	0.7148	0.5614	0.4263	
	Kruskal Wallis		0.5648		
rel Δ	mean	3.909	3.629	-1.197	
	sd	32.63	16.02	10.25	

Tabelle 9 zeigt die Berechnung der Mittelwerte (arithmetisches Mittel) und Standardabweichung der absoluten (abs) und relativen (rel) Veränderungen für die einzelnen Gruppen. Für die Signifikanzprüfung der Veränderung des Mittelwertes innerhalb der Gruppe wurde der Wilcoxon-Test herangezogen. Ob es signifikante Unterschiede bezüglich der Veränderung zwischen den Gruppen (Power-Plate-Gruppe vs. Galileo-Gruppe vs. Kontrollgruppe) gab, wurde mit dem Kruskal-Wallis-Test geprüft. Gezeigt werden die P-Werte der Tests.

Die ermittelten P-Werte zeigen, dass die positive Veränderung der Sprunghöhe der Galileo-Gruppe von 3,629 % (P: 0,5614) nicht bedeutsam ist. Die Verschlechterung der Power-Plate-Gruppe um -1,197 % (P: 0,4263) ist ebenfalls nicht signifikant. Auch die Kontrollgruppe verbesserte Ihre Sprunghöhe um 3,909 %, was allerdings nach Durchführung eines Wilcoxon-Tests nicht signifikant ist.

4.3.2. Statistische Analyse und graphische Darstellung des Drop-Jump

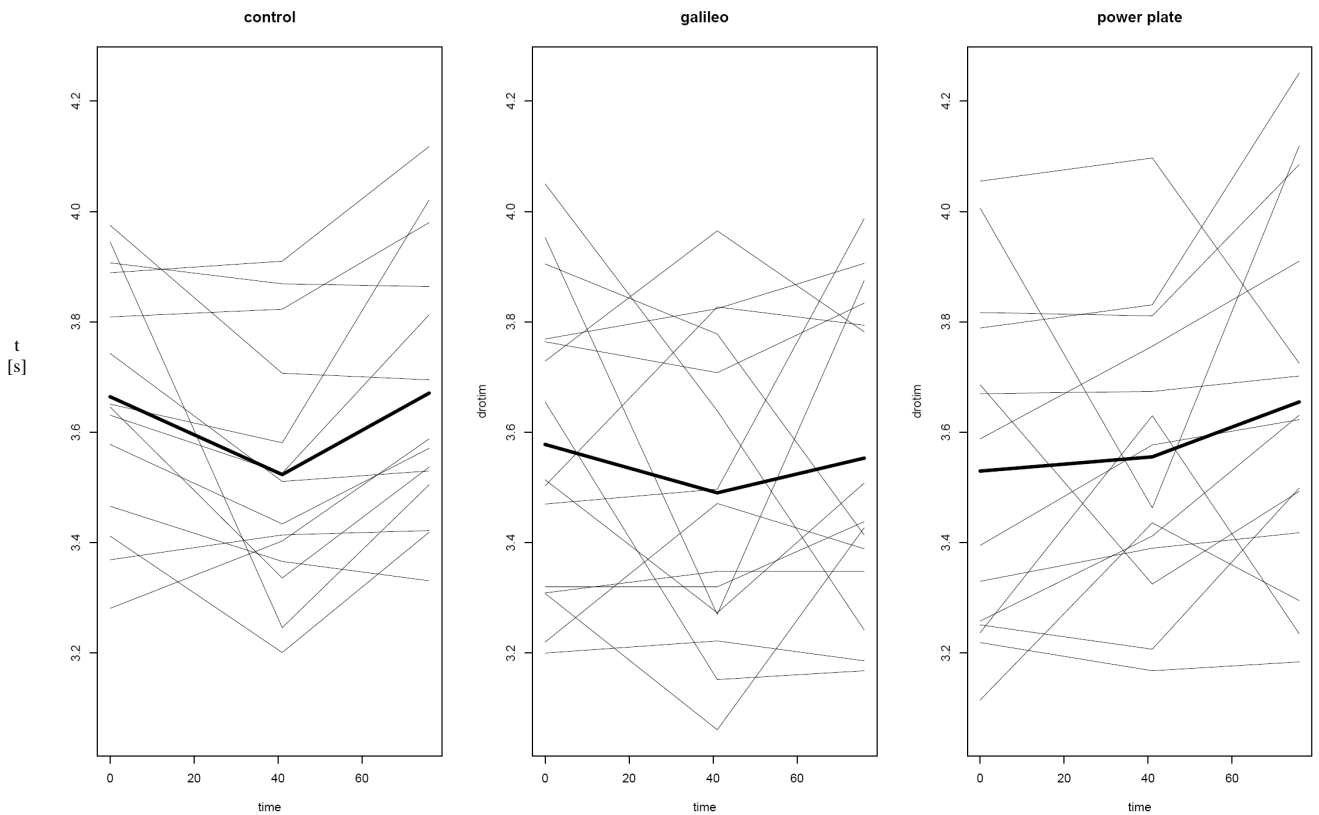


Abb. 16 Bodenkontaktzeit [s] des Drop Jump versus Zeit [Tage] in den Gruppen

Abbildung 16 zeigt die absoluten Veränderungen der Bodenkontaktzeit [sec.] des Drop Jump im Längsschnitt der einzelnen Gruppen. Zu sehen ist die Entwicklung der Daten zu den jeweiligen Messzeitpunkten Prä, Mittel und Post. Die dünnen Linien sind den einzelnen Probanden zugeordnet. Die dicke Linie stellt die Veränderung des Mittelwerts (arithmetisches Mittel) der Gruppe über die Zeit graphisch dar.

Tab.10 Ergebnisse der univariaten Analyse der Bodenkontaktzeit des Drop-Jumps

Drop-Jump Bodenkontaktzeit [s]		Kontroll-Gruppe	Galileo-Gruppe	Power-Plate- Gruppe
Absolute Änderung	Mean	0,006571	-0,02473	0,1253
	Sd	0,2316	0,3343	0,2189
	Wilcoxon	0,8552	0,5614	0,06763
	Kruskal Wallis	0.2976		
Relative Änderung	Mean	0,3279	-0,3153	3,684
	Sd	6,22	8,866	5,992

Tabelle 10 zeigt die Berechnung der Mittelwerte (arithmetisches Mittel) und Standardabweichung der absoluten (abs) und relativen (rel) Veränderungen für die einzelnen Gruppen. Für die Signifikanzprüfung der Veränderung des Mittelwertes innerhalb der Gruppe wurde der Wilcoxon-Test herangezogen. Ob es signifikante Unterschiede bezüglich der Veränderung zwischen den Gruppen (Power-Plate-Gruppe vs. Galileo-Gruppe vs. Kontrollgruppe) gab, wurde mit dem Kruskal-Wallis-Test geprüft. Gezeigt werden die P-Werte der Tests.

Die ermittelten P-Werte zeigen, dass die Kontaktzeit über den Studienverlauf von Prä zu Post in der Galileo-Gruppe um 0,3153 % (P:0,5614) abgenommen hat. Nach Durchführung eines Wilcoxon-Tests erweist sich diese Veränderung als nicht signifikant. Die Power-Plate-Gruppe nahm bezüglich der Kontaktzeit um 3,684 % (P: 0,06763) zu. Dies ist jedoch auch nicht signifikant, zeigt aber mit 6,763 % Irrtumswahrscheinlichkeit ein Trend zur Signifikanz an. Es ergibt sich auch kein bedeutsamer Unterschied (P: 0,2976) bezüglich der Bodenkontaktzeit zwischen den Gruppen im Kruskal-Wallis-Test.

4.3.3. Statistische Analyse und graphische Darstellung des Lande-Tests

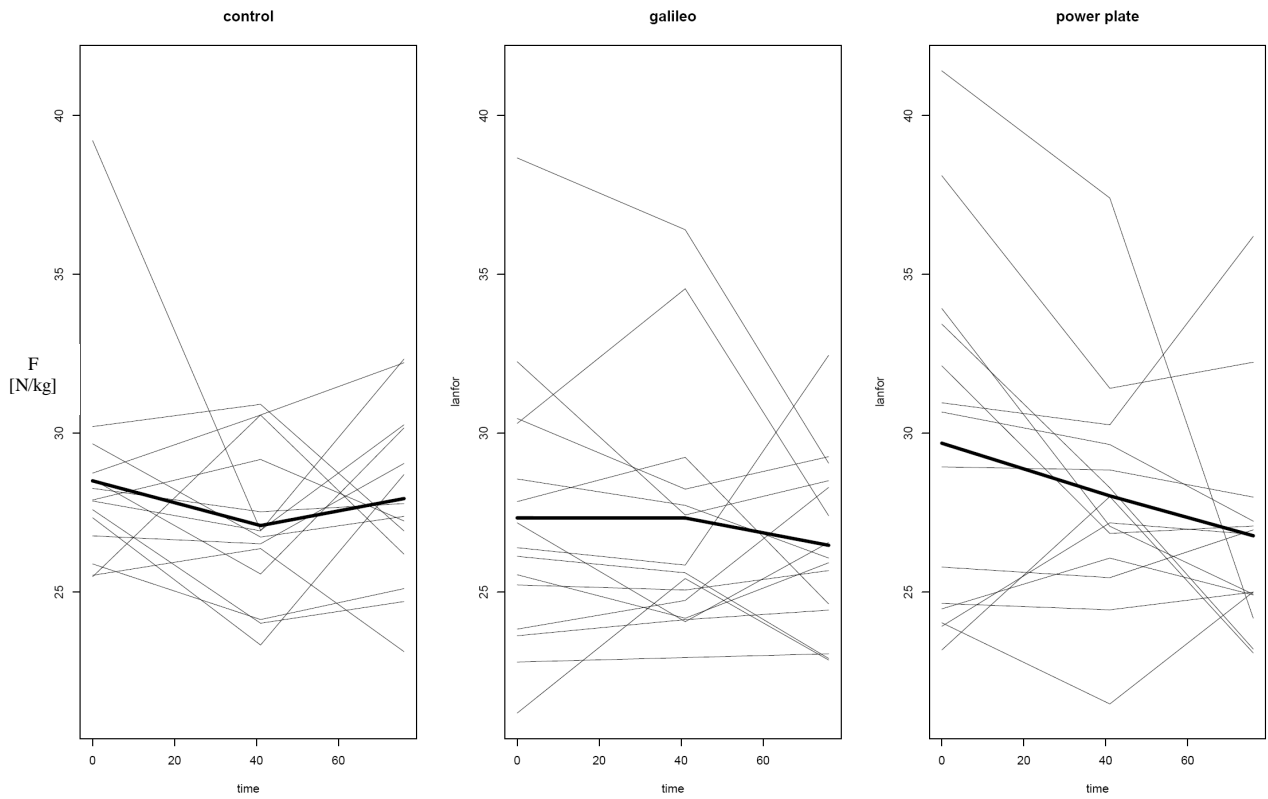


Abb. 17 Relative Kraft [N/kg] des Landetests versus Zeit [Tage] in den Gruppen

Abbildung 17 zeigt die absoluten Veränderungen der relativen Kraft [N/kg] des Landetests im Längsschnitt der einzelnen Gruppen. Dargestellt ist die Entwicklung der Daten zu den jeweiligen Messzeitpunkten Prä, Mittel und Post. Die dünnen Linien sind den einzelnen Probanden zugeordnet. Die dicke Linie stellt die Veränderung des Mittelwerts (arithmetisches Mittel) der Gruppe über die Zeit graphisch dar.

Tab.11 Ergebnisse der univariaten Analyse der relativen Kraft beim Lande-Test

Lande-Test rel.Kraft [N/kg]		Kontroll-Gruppe	Galileo-Gruppe	Power-Plate-Gruppe
Absolute Änderung	Mean	-0,5584	-0,8615	-2,912
	Sd	3,809	3,711	6,042
	Wilcoxon	0,4631	0,4212	0,2412
	Kruskal Wallis	<i>0.6457</i>		
Relative Änderung	Mean	-1,114	-1,833	-7,417
	Sd	12,59	12,34	16,86

Tabelle 11 zeigt die Berechnung der Mittelwerte (arithmetisches Mittel) und Standardabweichung der absoluten (abs) und relativen (rel) Veränderungen für die einzelnen Gruppen. Für die Signifikanzprüfung der Veränderung des Mittelwertes innerhalb der Gruppe wurde der Wilcoxon-Test herangezogen. Ob es signifikante Unterschiede bezüglich der Veränderung zwischen den Gruppen (Power-Plate-Gruppe vs. Galileo-Gruppe vs. Kontrollgruppe) gab, wurde mit dem Kruskal-Wallis-Test geprüft. Gezeigt werden die P-Werte der Tests.

Die ermittelten P-Werte zeigen, dass die relative Kraft über den Studienverlauf von Prä zu Post in der Galileo-Gruppe um 1,833 % (P:0,4212) abgenommen hat. Nach Durchführung eines Wilcoxon-Tests erweist sich diese Veränderung als nicht signifikant. Die Power-Plate-Gruppe nahm bezüglich der relativen Kraft im Lande-Test um 7,417 % (P: 0,2412) ab. Dies ist jedoch ebenfalls nicht bedeutsam. Es ergibt sich auch kein signifikanter Unterschied (P: 0,6457) bezüglich der relativen Kraft zwischen den Gruppen im Kruskal-Wallis-Test.

4.3.4. Statistische Analyse und graphische Darstellung des mehrfachen Einbeinsprungs

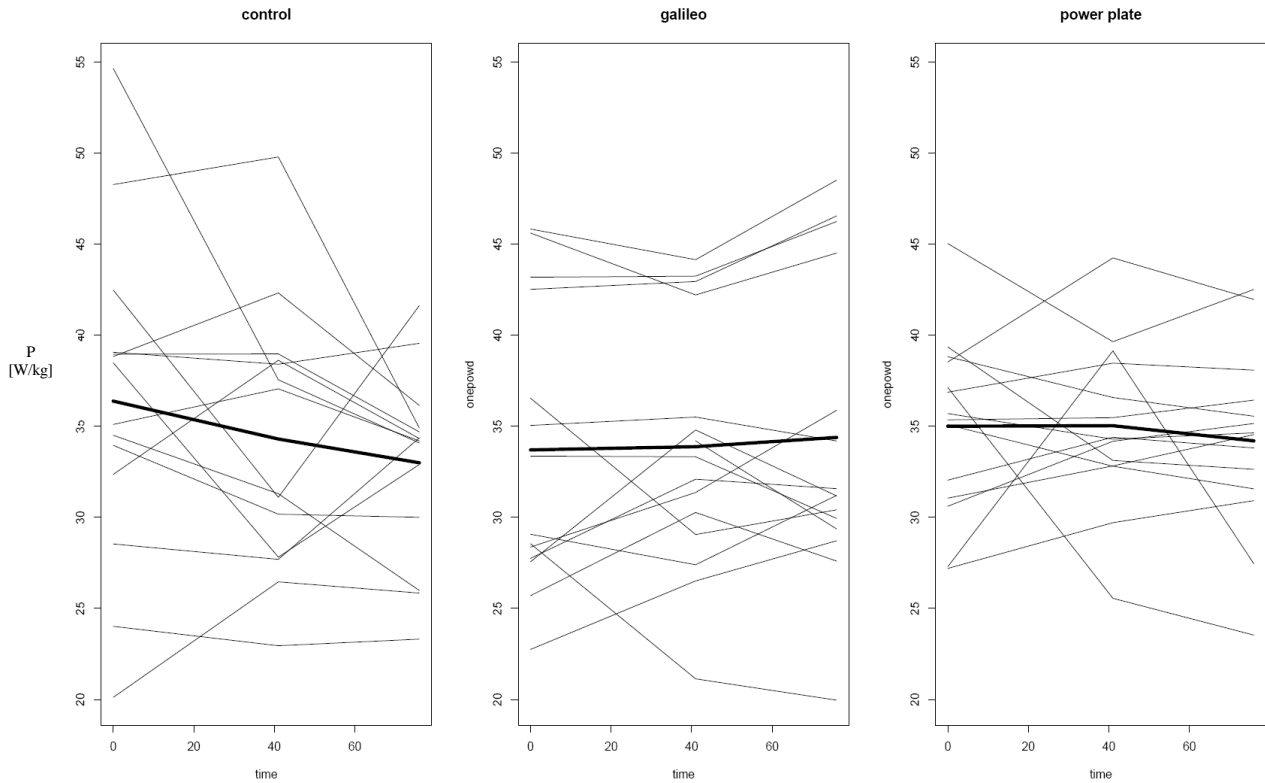


Abb. 18 Relative Leistung [Watt/kg] des mehrfachen Einbeinsprungs (dominantes Bein) versus Zeit [Tage] in den Gruppen

Abbildung 18 zeigt die absoluten Veränderungen der relativen Leistung [Watt/kg] des mehrfachen Einbeinsprungs (dominantes Bein) im Längsschnitt der einzelnen Gruppen. Zu sehen ist die Entwicklung der Daten zu den jeweiligen Messzeitpunkten Prä, Mittel und Post. Die dünnen Linien sind den einzelnen Probanden zugeordnet. Die dicke Linie stellt die Veränderung des Mittelwerts (arithmetisches Mittel) der Gruppe über die Zeit graphisch dar.

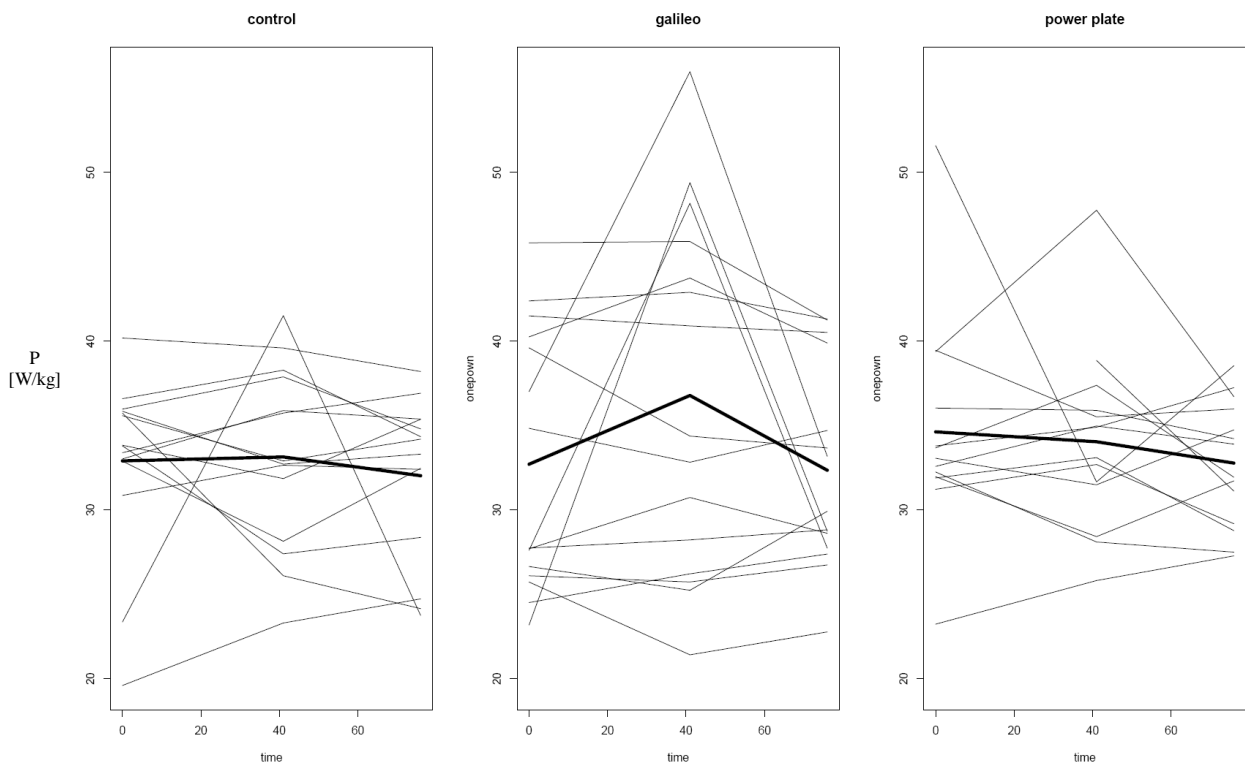


Abb. 19 Relative Leistung [Watt/kg] des mehrfachen Einbeinsprungs (nicht-dominantes Bein) versus Zeit [Tage] in den Gruppen

Abbildung 19 zeigt die absoluten Veränderungen der relative Leistung [Watt/kg] des mehrfachen Einbeinsprungs (nicht-dominantes Bein) im Längsschnitt der einzelnen Gruppen. Gezeigt wird die Entwicklung der Daten zu den jeweiligen Messzeitpunkten Prä, Mittel und Post. Die dünnen Linien sind den einzelnen Probanden zugeordnet. Die dicke Linie stellt die Veränderung des Mittelwerts (arithmetisches Mittel) der Gruppe über die Zeit graphisch dar.

Tab.12 Ergebnisse der univariaten Analyse der relativen Leistung [W/kg] und Kraft [N/kg]
 Unterteilt in dominantes Bein und nicht-dominantes Bein

Einbeinsprung rel. Leistung [W/kg] dom. Bein		Kontrollgruppe	Galileo-Gruppe	Power-Plate- Gruppe
Absolute Änderung	Mean	-3,385	1,045	-0,8047
	Sd	7,118	4,56	4,928
	Wilcoxon	0,1189	0,3258	1
	Kruskal Wallis	<i>0.1429</i>		
Relative Änderung	Mean	-6,095	3,913	-1,397
	Sd	17,7	15,5	13,81
Einbeinsprung rel. Kraft [N/kg] dom. Bein		Kontrollgruppe	Galileo-Gruppe	Power-Plate- Gruppe
Absolute Änderung	Mean	-0,6341	0,1446	-1,2
	Sd	3,178	2,083	3,385
	Wilcoxon	0,583	0,9515	0,2166
	Kruskal Wallis	<i>0.4402</i>		
Relative Änderung	Mean	-1,278	1,267	-3,025
	Sd	9,333	7,2	10,11
Einbeinsprung rel. Leistung [W/kg] nicht dom. Bein		Kontrollgruppe	Galileo-Gruppe	Power-Plate- Gruppe
Absolute Änderung	Mean	-0,8782	-0,3583	-1,723
	Sd	4,124	3,074	4,344
	Wilcoxon	0,6257	0,7197	0,1677
	Kruskal Wallis	<i>0.687</i>		
Relative Änderung	Mean	-1,430	0,3417	-3,547
	Sd	13,35	10,25	11,02
Einbeinsprung rel. Kraft [N/kg] nicht dom. Bein		Kontrollgruppe	Galileo-Gruppe	Power-Plate- Gruppe
Absolute Änderung	Mean	-1,419	-0,6949	-1,707
	Sd	4,21	5,557	3,988
	Wilcoxon	0,3575	0,978	0,1465
	Kruskal Wallis	<i>0.4869</i>		
Relative Änderung	Mean	-3,189	0,6285	-4,204
	Sd	12,22	13,38	12,31

Tabelle 12 zeigt die Berechnung der Mittelwerte (arithmetisches Mittel) und Standardabweichung der absoluten (abs) und relativen (rel) Veränderungen für die einzelnen Gruppen. Für die Signifikanzprüfung der Veränderung des Mittelwertes innerhalb der Gruppe wurde der Wilcoxon-Test herangezogen. Ob es signifikante Unterschiede bezüglich der Veränderung zwischen den Gruppen (Power-Plate-Gruppe vs. Galileo-Gruppe vs. Kontrollgruppe) gab, wurde mit dem Kruskal-Wallis-Test geprüft. Dargestellt werden die P-Werte der Tests.

Die ermittelten P-Werte zeigen, dass es keine signifikanten Veränderungen über die Zeit bezüglich der relativen Kraft oder relativen Leistung für das dominante oder nicht-dominante Bein beim Einbeinsprung gab.

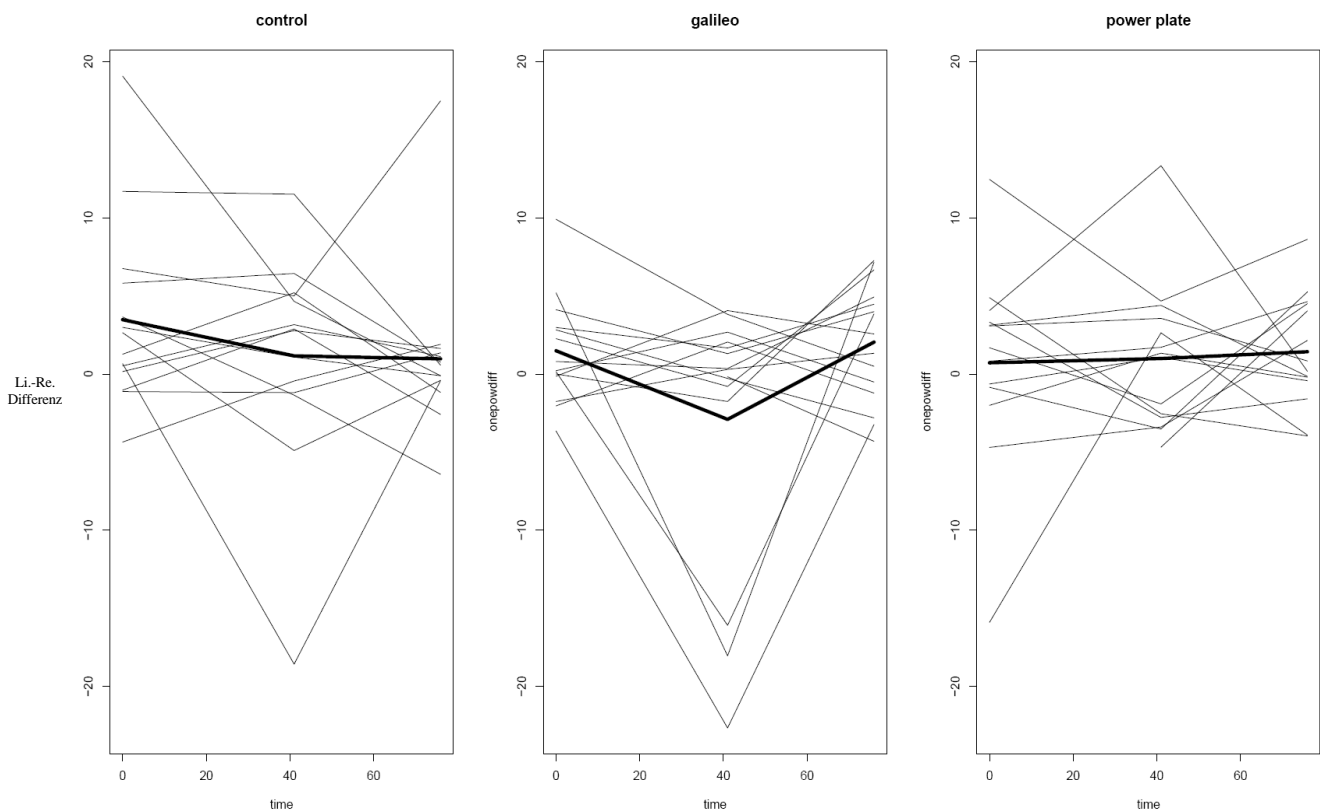


Abb. 20 Unterschiede der relativen Leistung [Watt/kg] des mehrfachen Einbeinsprungs zwischen dominantem und nicht-dominantem Bein versus Zeit [Tage] in den Gruppen

4.3.5. Statistische Analyse und graphische Darstellung der MRT-Messungen

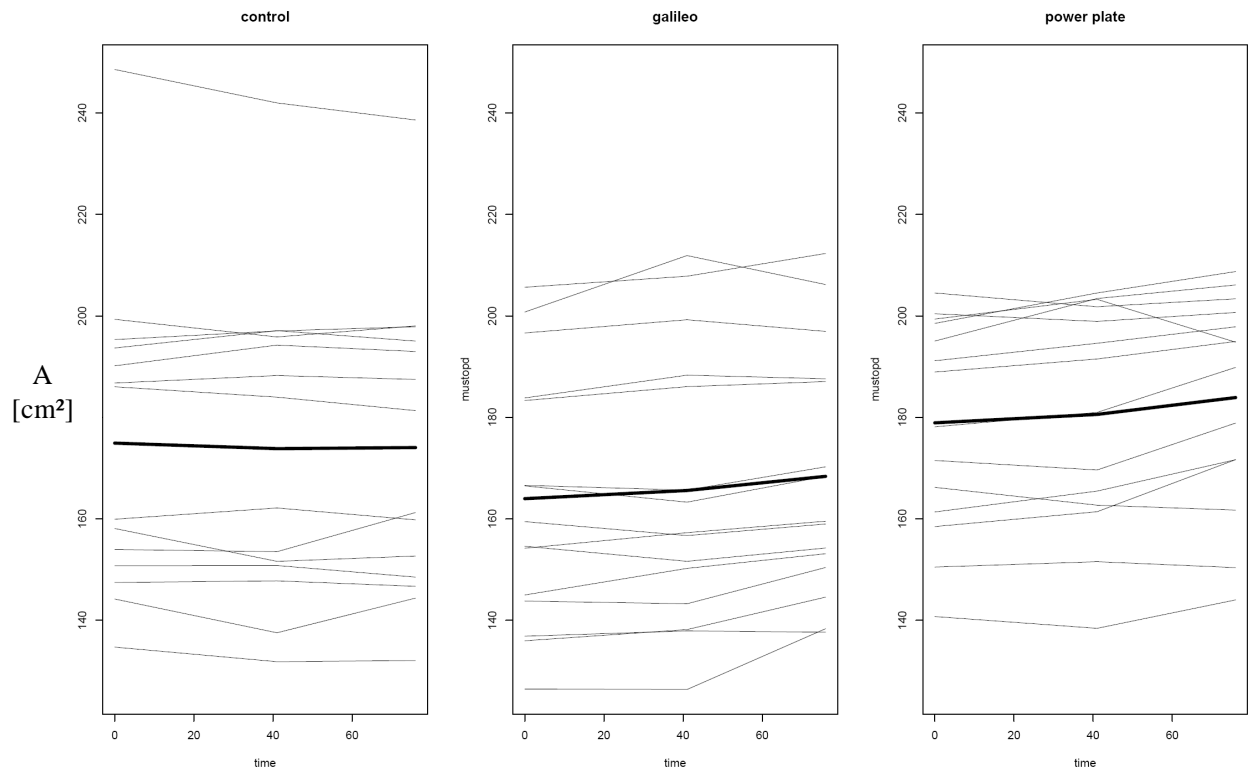


Abb. 21 Entwicklung der Oberschenkelquerschnittsflächen [cm²] des oberen Schnittes auf der dominanten Beinseite

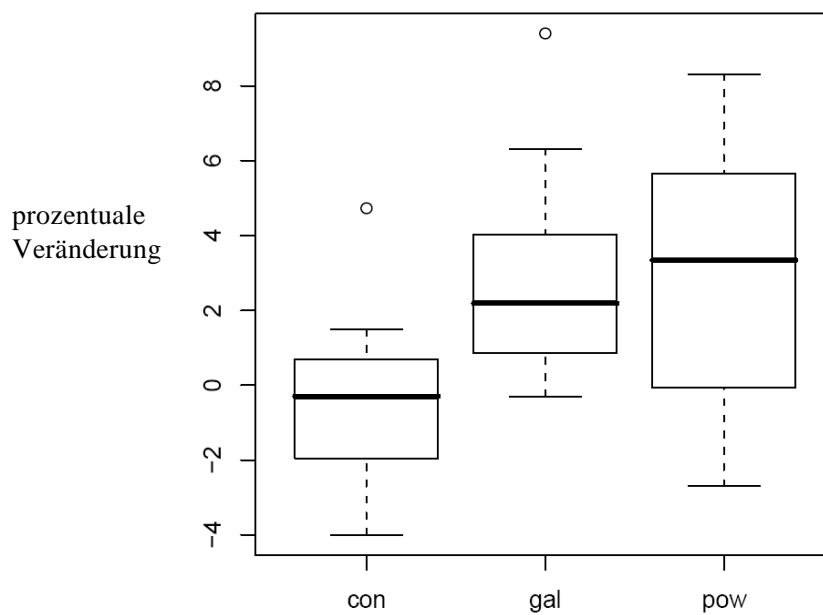


Abb. 22 Boxplot zur prozentualen Veränderung des oberen Schnittes von Prä zu Post auf der dominanten Beinseite

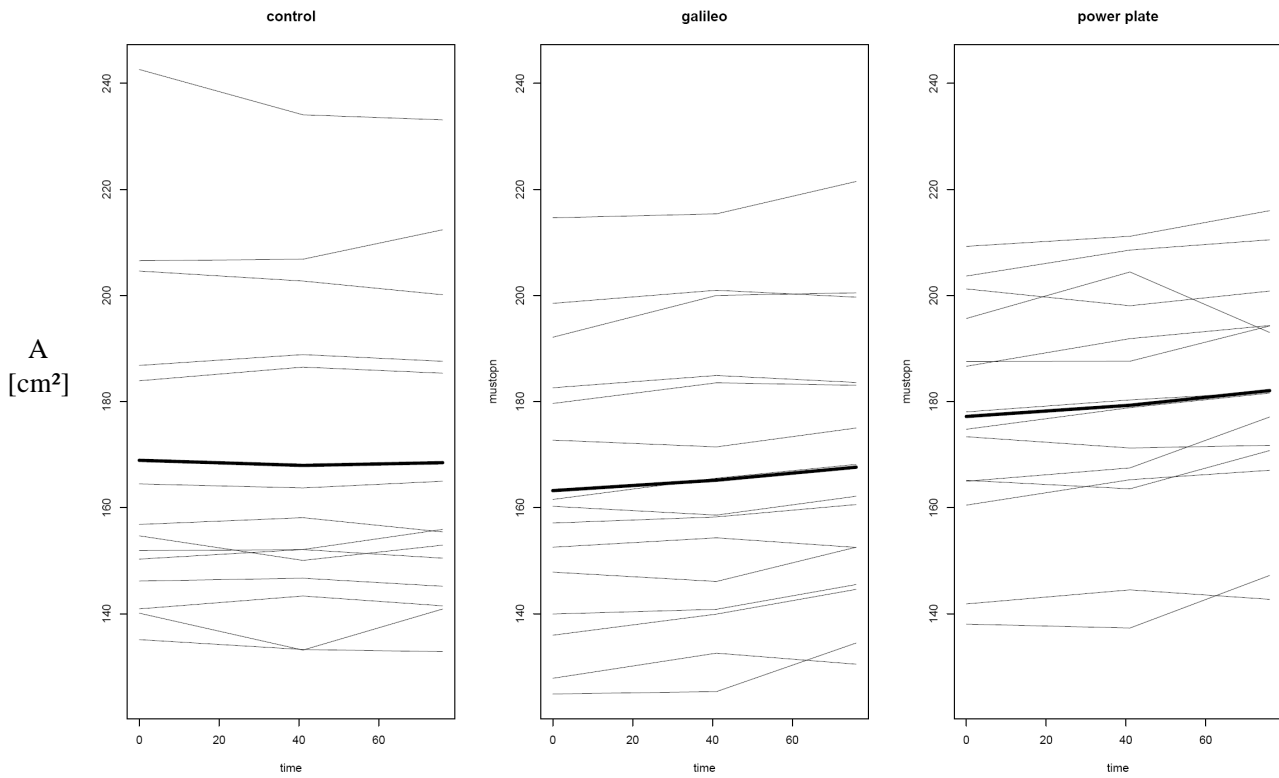


Abb. 23 Entwicklung der Oberschenkelquerschnittsflächen [cm²] des oberen Schnittes auf der nicht-dominanten Beinseite

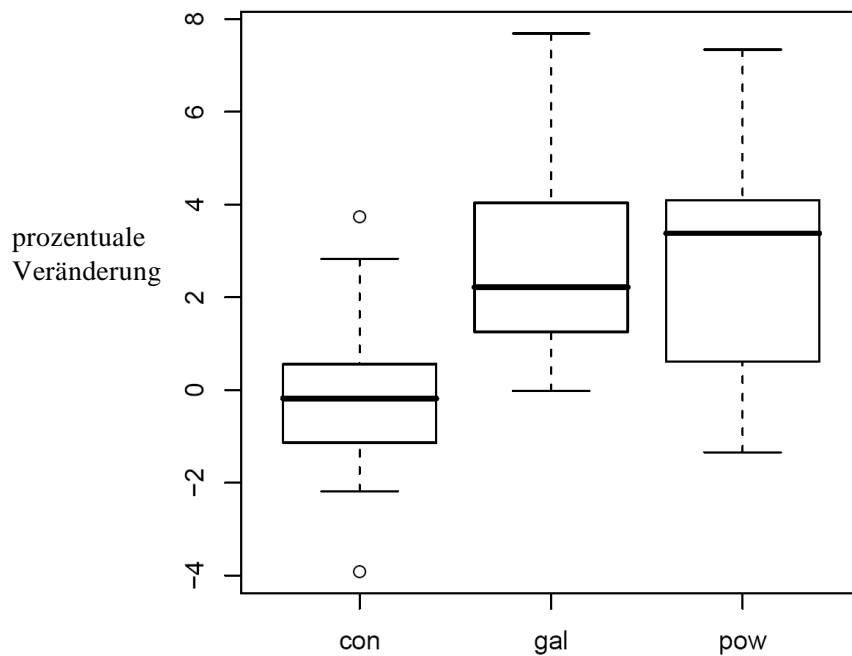


Abb. 24 Boxplot zur prozentualen Veränderung des oberen Schnittes von Prä zu Post auf der nicht-dominanten Beinseite

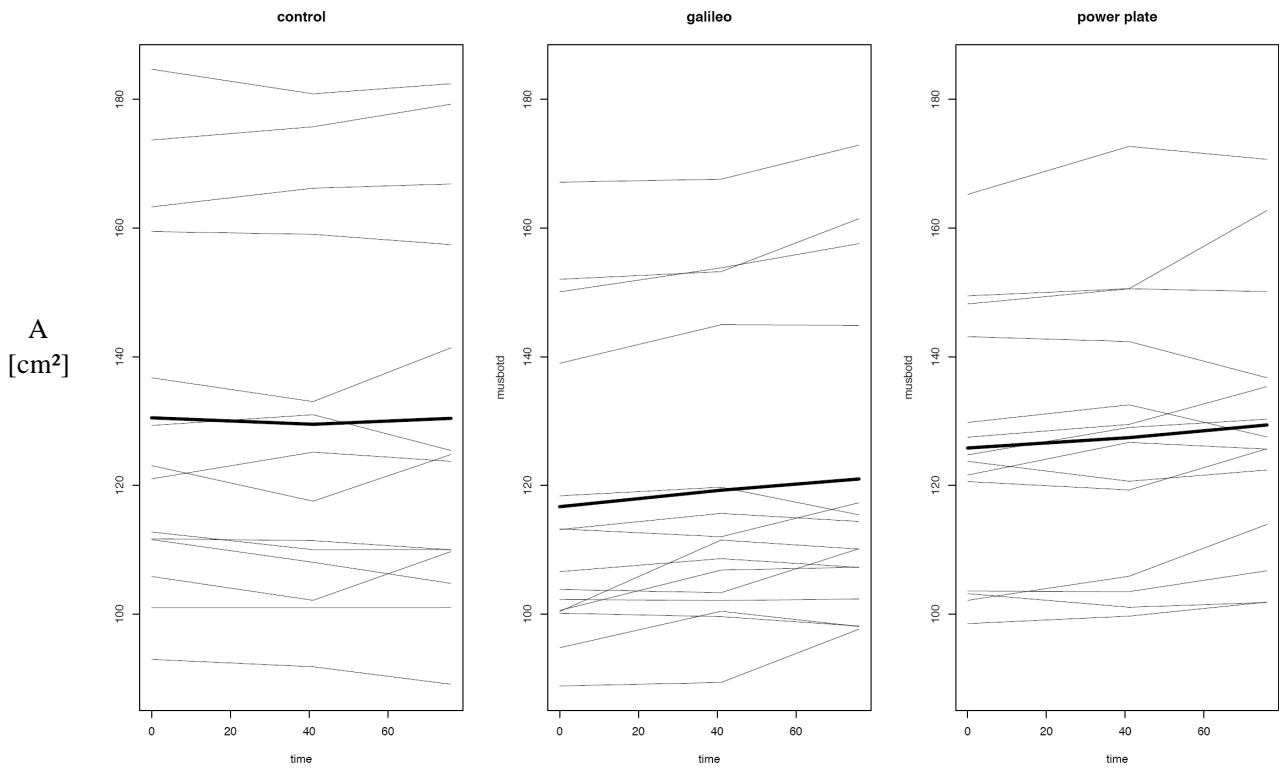


Abb. 25 Entwicklung der Oberschenkelquerschnittsflächen [cm²] des unteren Schnittes auf der dominanten Beinseite

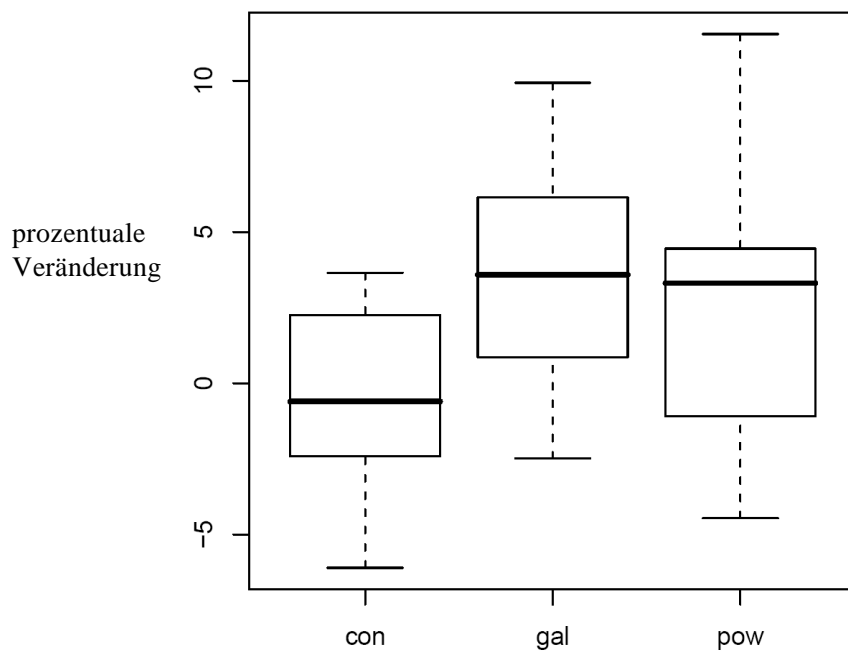


Abb. 26 Boxplot zur prozentualen Veränderung des unteren Schnittes von Prä zu Post auf der dominanten Beinseite

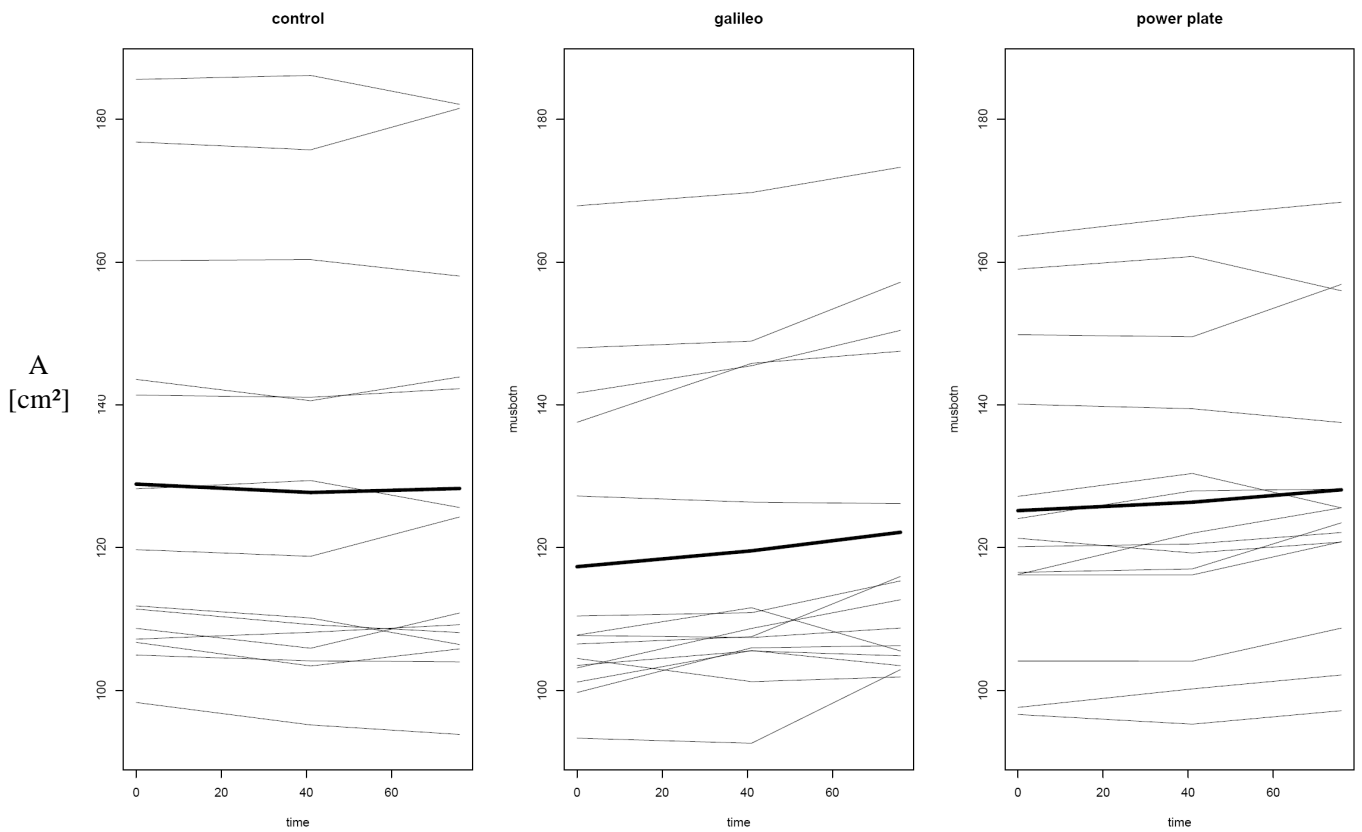


Abb. 27 Entwicklung der Oberschenkelquerschnittsflächen [cm²] des unteren Schnittes auf der nicht-dominanten Beinseite

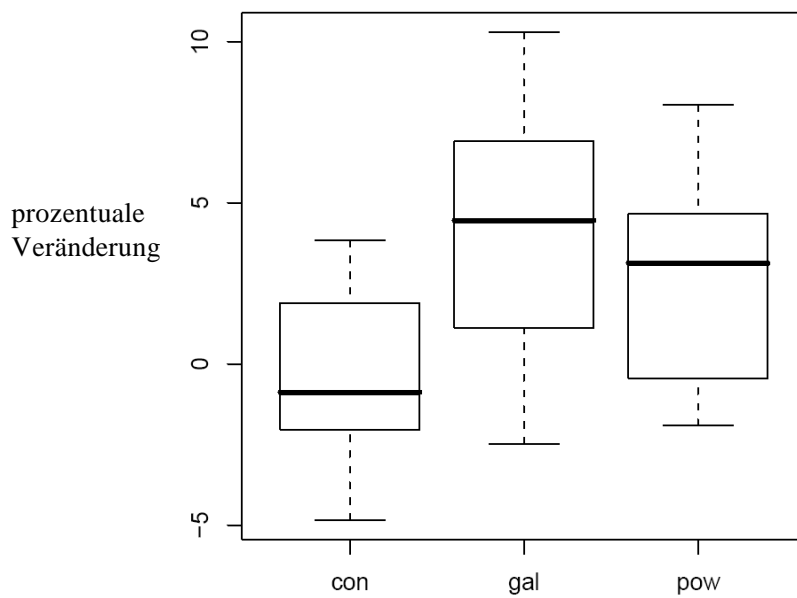


Abb. 28 Boxplot zur prozentualen Veränderung des unteren Schnittes von Prä zu Post auf der nicht-dominanten Beinseite

Tab.13 Ergebnisse der univariaten Analyse der MRT-Messungen

			control	galileo	power plate
mustopd	abs Δ	mean	-0.8758	4.3967	4.9840
		sd	4.150	3.616	6.102
		Wilcoxon	0.5416	0.0006104	0.01660
		Kruskal Wallis		0.004823	
	rel Δ	mean	-0.4241	2.8627	2.8505
sd		2.241	2.706	3.476	
mustopn	abs Δ	mean	-0.4483	4.4149	4.8724
		sd	3.822	3.052	2.8492
		Wilcoxon	0.5830	0.0001221	0.003052
		Kruskal Wallis		0.001250	
	rel Δ	mean	-0.1706	2.8443	2.8492
sd		1.944	2.182	2.585	
musbotd	abs Δ	mean	-0.08246	4.3045	3.5792
		sd	3.791	4.091	5.369
		Wilcoxon	1.0000	0.002014	0.02954
		Kruskal Wallis		0.01967	
	rel Δ	mean	-0.2569	3.7104	2.9283
sd		3.051	3.756	4.279	
musbotn	abs Δ	mean	-0.613	4.815	2.916
		sd	3.201	4.654	3.848
		Wilcoxon	0.4631	0.004272	0.01660
		Kruskal Wallis		0.004349	
	rel Δ	mean	-0.5806	4.0997	2.4853
sd		2.615	4.143	3.095	

Tab.14 Ergebnisse der Post-hoc-Tests der MRT-Messungen

	Kontrollgruppe versus Galileo-Gruppe	Kontrollgruppe versus Power-Plate-Gruppe	Galileo-Gruppe versus Power-Plate-Gruppe
oberer Schnitt/ dominantes Bein (P-Wert)	0,001115	0,01225	0,7148
oberer Schnitt/ nicht dominantes Bein (P-Wert)	0,0003413	0,002963	0,7148
unterer Schnitt/ dominantes Bein (P-Wert)	0,00589	0,04974	0,5325
unterer Schnitt nicht dominantes Bein (P-Wert)	0,001906	0,02119	0,1718

Bei der Auswertung der ermittelten MRT-Daten sieht man einen Effekt beider Interventionsgruppen während des Interventionszeitraums. Prozentual betrachtet nahmen beide Vibrationsgruppen zusammen an Muskelfläche (obere, untere slice, beide Seiten) um 3,0788 % zu. In der Kontrollgruppe kam es während dieser Zeit zu einer Abnahme der Muskelfläche (obere, untere slice, beide Seiten) um 0,35805 %.

Betrachtet man die einzelnen Interventionsgruppen so kam es in der Galileo-Gruppe zu einer Zunahme an Muskelfläche (obere, untere slice, beide Seiten) von 3,379 %, in der Power-Plate-Gruppe zu einer Zunahme von 2,778 %.

Bezüglich der Lateralitätsunterschiede ist folgendes zu berichten. Auf der dominanten Seite nahm die Galileo-Gruppe während der 10-wöchigen Intervention an Muskelfläche um 3,584 % zu. Die Power-Plate-Gruppe nahm in dieser Zeit auf der dominanten Seite um 3,215 % zu. Auf der nicht dominanten Seite lagen die Werte der Galileo-Gruppe bei 3,472 %, die Zunahme der Power-Plate-Gruppe betrug 2,667 %.

Schaut man auf die proximale und distale Veränderung (obere slice versus untere slice) erkennt man in der Galileo-Gruppe deutliche Unterschiede. Im proximalen Oberschenkelschnitt kam es

während der Studie zu einer Zunahme von 3,905 %. Hingegen kam es im distalen Schnitt zu einer Zunahme von lediglich 2,853 %.

Diese Unterschiede sind in der Power-Plate-Gruppe nicht zu finden. Hier beträgt die Zunahme proximal 2,85 % und distal 2,707 %.

Tabelle 13 zeigt die Ergebnisse der univariaten Analyse unterteilt in oberen (mustop) und unteren slice (musbot) jeweils auf der dominanten (d) und nicht dominanten (n) Beinseite.

Die ermittelten P-Werte im Wilcoxon-Test zeigen deutliche Effekte in beiden Interventionsgruppen an. Keine Effekte zeigen sich in der Kontrollgruppe.

Gruppenunterschiede zeigen sich im Kruskal-Wallis-Test in Tabelle 13. Da hier signifikante Differenzen zwischen den drei Gruppen vorliegen, wurde ein post-hoc Test (Tabelle 14) erstellt, um herauszufinden, inwiefern sich die drei Gruppen untereinander unterscheiden.

Da es post-hoc Tests sind, gilt hier nicht der übliche Schwellenwert von 0,05, sondern ein niedrigerer Wert. Für die konservative Bonferroni Korrektur mit drei paarweisen Vergleichen beträgt der Schwellenwert für eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % 0,0167.

Hier wird deutlich, dass es keine signifikanten Unterschiede zwischen Galileo- und Power-Plate-Gruppe hinsichtlich der Muskelquerschnittszunahme gibt. Signifikante Effekte zeigte der Vergleich der Querschnittszunahme der Schnitte zwischen Power-Plate- und Kontrollgruppe sowie zwischen Galileo- und Kontrollgruppe. Eine Ausnahme bilden hier die Veränderungen der unteren Querschnittsflächen der Power-Plate-Gruppe, welche den P-Schwellenwert nach Bonferroni-Korrektur von 0,0167 im Wilcoxon-Test nicht erreicht.

4.3.6. Statistische Analyse und graphische Darstellung des 15-Meter Sprinttest

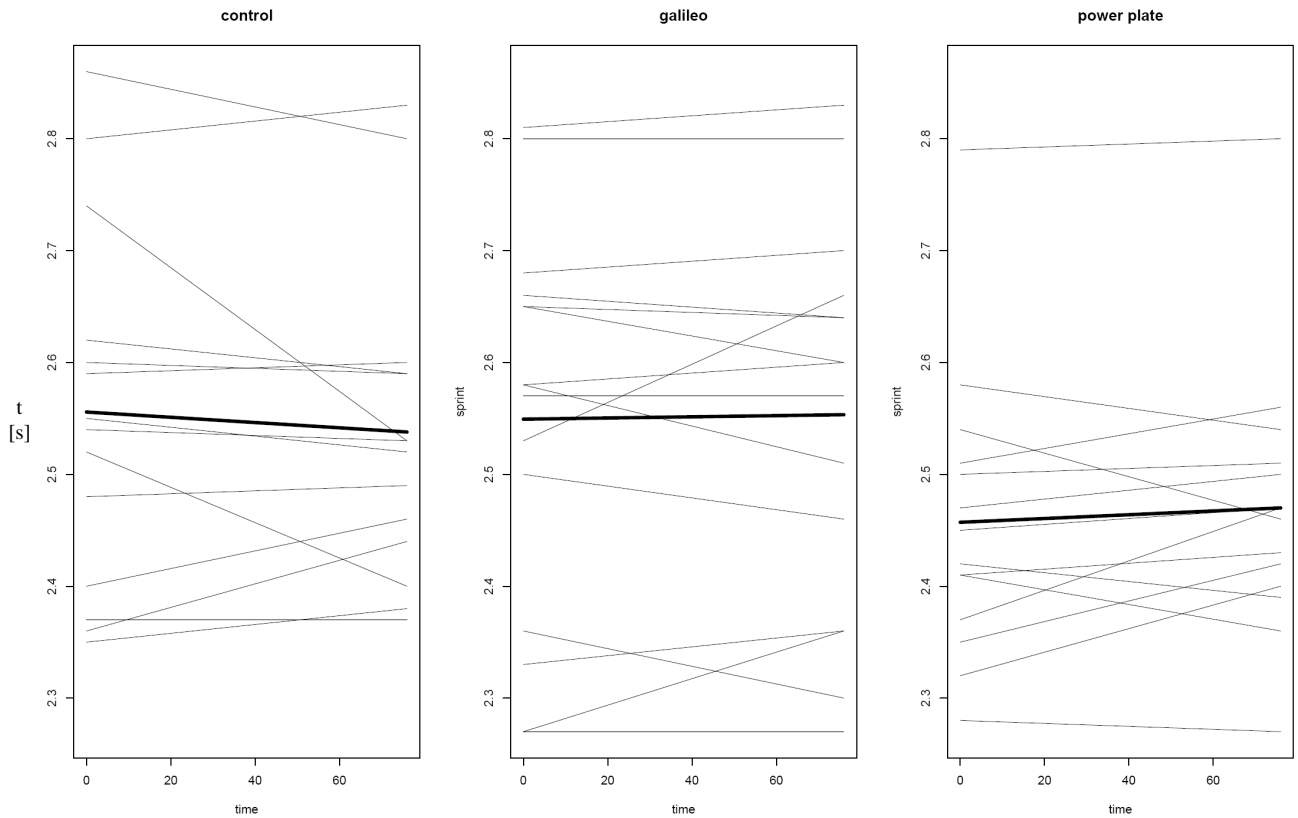


Abb. 29 Darstellung der Entwicklung der Sprintzeiten vom Prä-Zeitpunkt zum Post-Zeitpunkt in den Gruppen

Abbildung 29 zeigt die absoluten Veränderungen der Sprintzeit des 15- Meter-Sprinttests im Längsschnitt der einzelnen Gruppen. Zu sehen ist die Entwicklung der Daten zu den jeweiligen Messzeitpunkten Prä und Post. Die dünnen Linien sind den einzelnen Probanden zugeordnet. Die dicke Linie stellt die Veränderung des Mittelwerts (arithmetisches Mittel) der Gruppe über die Zeit graphisch dar.

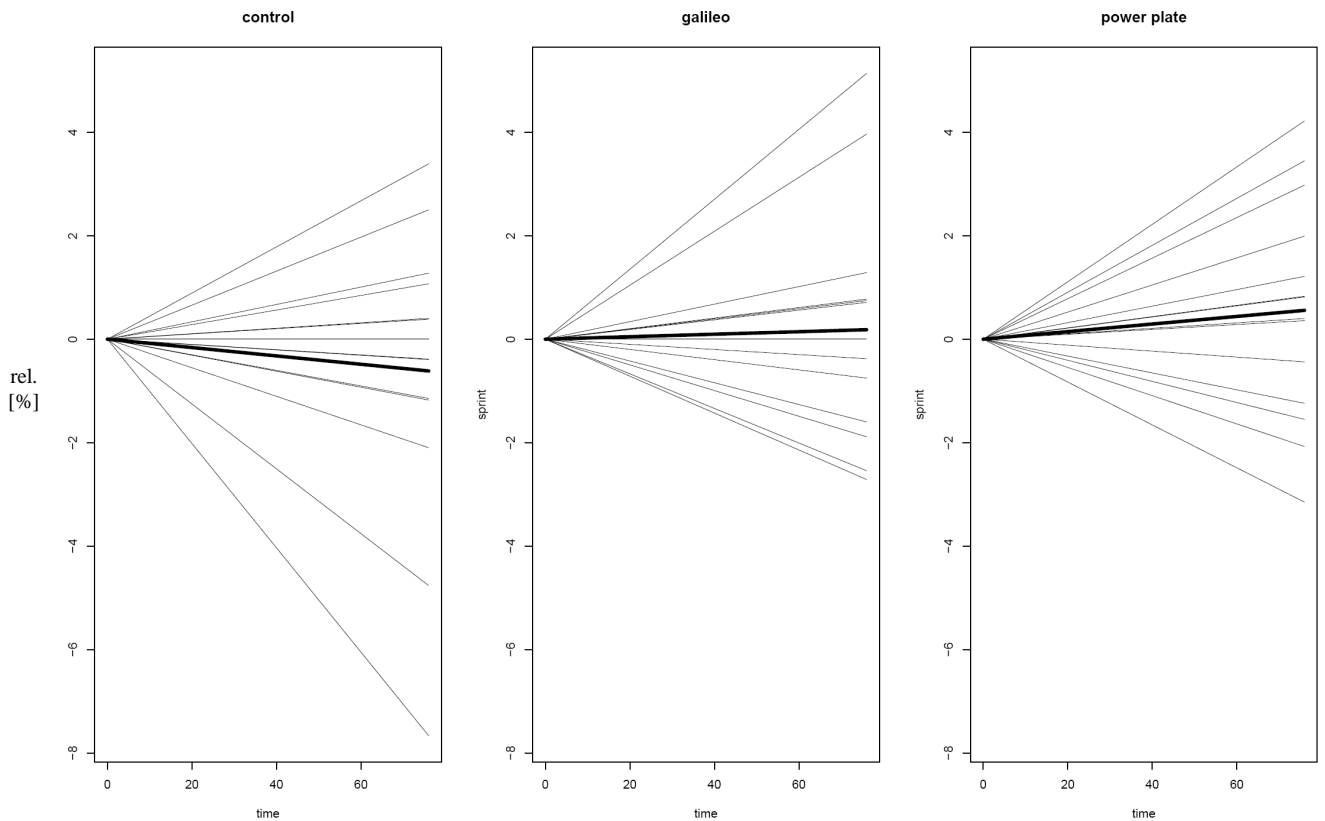


Abb. 30 Darstellung der relativen Entwicklung der Sprintzeiten vom Prä-Zeitpunkt zum Post-Zeitpunkt in den Gruppen

Abbildung 30 zeigt die relativen Veränderungen der Sprintzeit des 15-Meter-Sprinttests im Längsschnitt der einzelnen Gruppen. Dies geschieht graphisch durch die Verschiebung der Baseline-Messwerte auf einen gemeinsamen Nullpunkt. Zu sehen ist die Entwicklung der Daten zu den jeweiligen Messzeitpunkten Prä und Post. Die dünnen Linien sind den einzelnen Probanden zugeordnet. Die dicke Linie stellt die Veränderung des Mittelwerts (arithmetisches Mittel) der Gruppe über die Zeit graphisch dar.

Tab.15 Ergebnisse der univariaten Analyse der Sprintzeit [sec] beim 15 Meter Sprinttest

			control	galileo	power plate
sprint	abs Δ	mean	-0.01786	0.00400	0.01286
		sd	0.07423	0.05343	0.05180
		Wilcoxon	0.6483	1.0000	0.3958
	Kruskal Wallis		0.6206		
	rel Δ	mean	-0.6140	0.1835	0.5575
		sd	2.833	2.165	2.142

Tabelle 15 zeigt die Berechnung der Mittelwerte (arithmetisches Mittel) und Standardabweichung der absoluten (abs) und relativen (rel) Veränderungen für die einzelnen Gruppen. Für die Signifikanzprüfung der Veränderung des Mittelwertes innerhalb der Gruppe wurde der Wilcoxon-Test herangezogen. Ob es signifikante Unterschiede bezüglich der Veränderung zwischen den Gruppen (Power-Plate-Gruppe vs. Galileo-Gruppe vs. Kontrollgruppe) gab, wurde mit dem Kruskal-Wallis-Test geprüft. Dargestellt werden die P-Werte der Tests.

Die ermittelten Werte zeigen, dass der Sprint der Galileo-Gruppe um 1,835 % langsamer absolviert und die Power-Plate-Gruppe um 5,575 % langsamer wurde.

Der P-Wert der Power-Plate-Gruppe (P: 0,3958) lässt mit 3,958 % Irrtumswahrscheinlichkeit darauf schließen, dass diese negative Veränderung der Sprintleistung bedeutsam ist. Dennoch ergibt sich kein signifikanter Unterschied (P: 0,6206) bezüglich der Entwicklung der Sprintleistung zwischen den Gruppen.

4.3.7. Statistische Analyse und graphische Darstellung des Beidbeinsprungs unter Einbeziehung der Follow Up Messungen

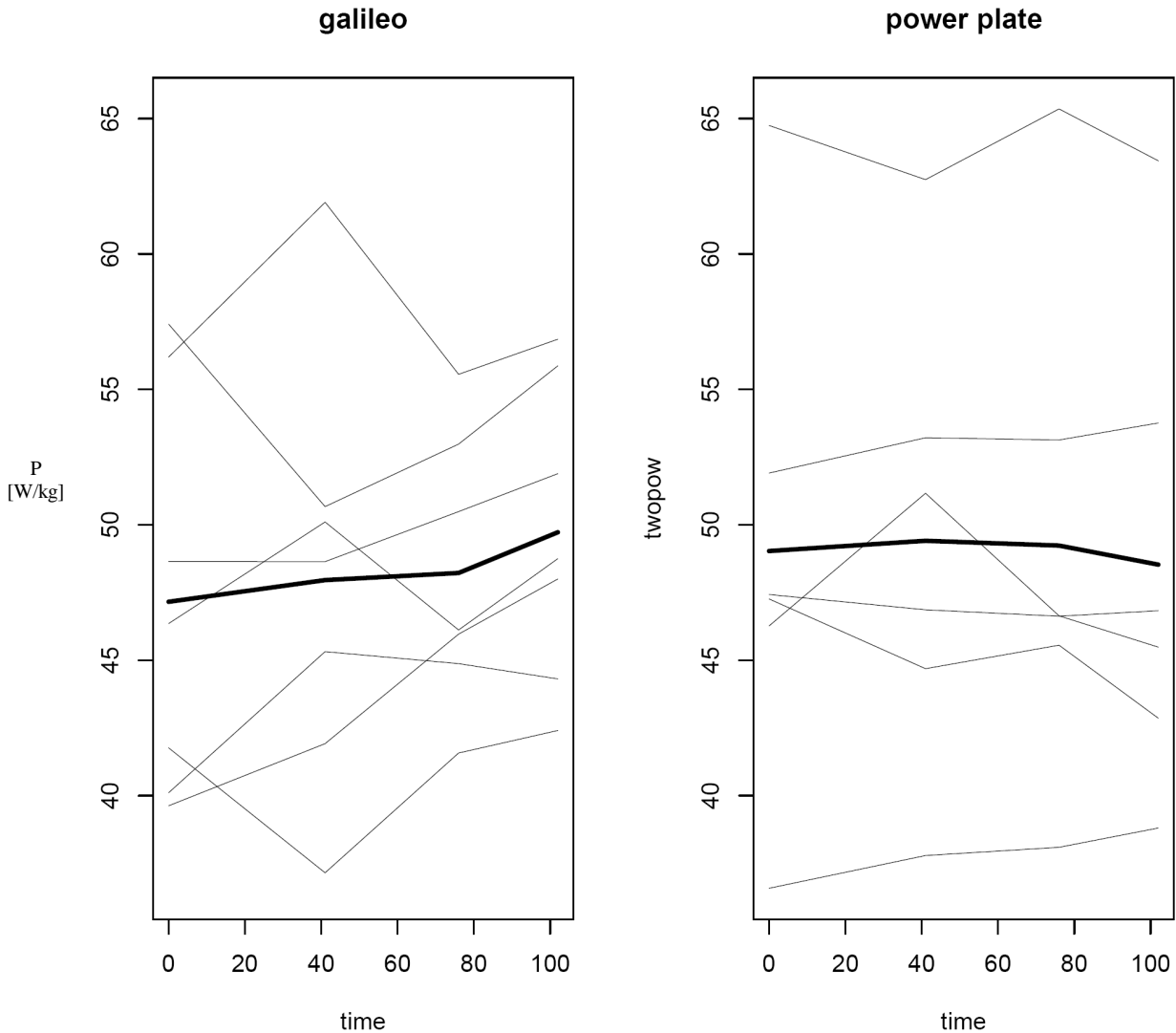


Abb.31 Relative Leistung [Watt/kg] des Beidbeinsprungs versus der Zeit unter Einbeziehung der Follow Up Messungen

Abbildung 31 zeigt die absoluten Veränderungen der relativen Leistung [Watt/kg] des Beidbeinsprungs im Zeitverlauf unter Einbeziehung der Follow-Up-Messungen im Längsschnitt der einzelnen Gruppen. Einbezogen wurden nur Probanden, die auch am Retest teilnahmen. Die dünnen Linien sind den einzelnen Probanden zugeordnet. Die dicke Linie stellt die Veränderung des Mittelwerts (arithmetisches Mittel) der Gruppe über die Zeit graphisch dar.

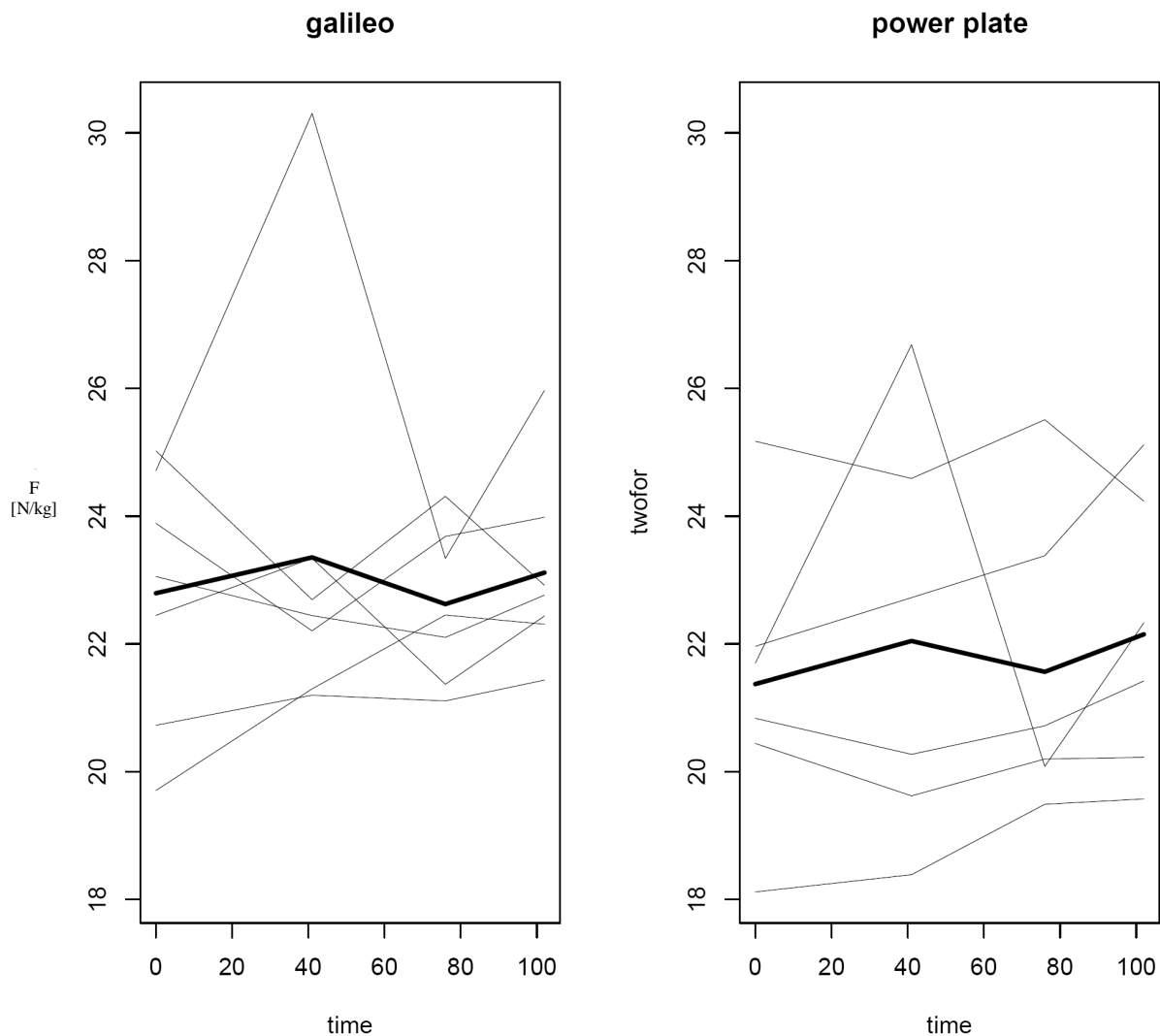


Abb.32 Relative Kraft [N/kg] des Beidbeinsprunges versus der Zeit unter Einbeziehung der Follow-Up-Messungen

Abbildung 32 zeigt die absoluten Veränderungen der relativen Kraft [N/kg] des Beidbeinsprunges im Zeitverlauf unter Einbeziehung der Follow-Up-Messungen im Längsschnitt der einzelnen Gruppen. Einbezogen wurden nur Probanden, die auch am Retest teilnahmen. Die dünnen Linien sind den einzelnen Probanden zuzuordnen. Die dicke Linie stellt die Veränderung des Mittelwerts (arithmetisches Mittel) der Gruppe über die Zeit graphisch dar.

Tab.16 Ergebnisse der univariaten Analyse der Entwicklung der relativen Leistung [Watt/kg] und der relativen Kraft des Beidbeinsprungs zwischen dem Post-Werten und den Werten der Follow-Up-Messung

			galileo	power plate
towpow	abs Δ	mean	1.5031	-0.7035
		sd	1.173	1.431
		Wilcoxon	0.03125	0.43750
		Wilcoxon		0.008159
	rel Δ	mean	3.063	-1.306
sd		2.414	2.985	
towfor	abs Δ	mean	0.4928	0.5867
		sd	1.221	1.275
		Wilcoxon	0.2969	0.2188
		Wilcoxon		0.9452
	rel Δ	mean	2.244	2.927
sd		5.208	5.754	

Tab.16 zeigt die Ergebnisse der univariaten Analyse der Entwicklung der relativen Leistung [Watt/kg] und der relativen Kraft des Beidbeinsprungs zwischen den Post Werten und den Werten der Follow-Up-Messung. Für die Signifikanzprüfung der Veränderung des Mittelwertes innerhalb der beiden Gruppen, wurde der Wilcoxon-Test herangezogen. Ob es signifikante Unterschiede bezüglich der Veränderung zwischen den Gruppen (Power-Plate-Gruppe vs. Galileo-Gruppe) gab, wurde ebenfalls mit einem Wilcoxon-Test geprüft. Dargestellt werden die P-Werte der Tests.

Die ermittelten Werte zeigen, dass die Galileo-Gruppe sich von Post zu Follow Up (vier Wochen nach dem letzten Treatment) in der relativen Leistung um 3,063 % verbessert hat.

Diese Veränderung der relativen Leistung ist mit 3,125 % Irrtumswahrscheinlichkeit signifikant. In der Kraft verbesserte sich die Galileo-Gruppe von Post zur Follow Up 2,244 %.

Die Power-Plate-Gruppe verringerte ihre relative Leistung von Post zu Follow Up (vier Woche nach dem letzten Treatment) hingegen um 1,306 %. Die relative Kraft indessen steigerte sich um 2,927 %. All diese Veränderungen sind jedoch nicht signifikant.

4.4. Linear mixed effects models

Linear mixed effects models wurden zur statistischen Analyse einiger Veränderungen von, in der Studie gemessenen, Hauptparametern benutzt. Linearität wurde bei diesen Modellen angenommen und scheint für die aufgezeigten absoluten Veränderungen verantwortlich zu sein.

Tab.17 Linear mixed effects model: Einfluss von Zeit und Gruppe auf die relative Leistung beim Zweibeinsprung

```
# twopow
Fixed effects: val ~ time * gid
              Value Std.Error DF t-value p-value
(Intercept) 49.44    1.7531 40  28.200  0.0000
time         0.01    0.0113 40   1.225  0.2276
gid1        -2.42    2.4376 40  -0.993  0.3268
gid2         0.82    2.4793 40   0.332  0.7419
time:gid1    0.01    0.0157 40   0.318  0.7524
time:gid2    0.00    0.0160 40   0.185  0.8542

Fixed effects: val ~ time + gid
              Value Std.Error DF t-value p-value
(Intercept) 49.24    1.6104 42  30.576  0.0000
time         0.02    0.0063 42   2.627  0.0120
gid1        -2.05    2.1436 40  -0.957  0.3443
gid2         1.04    2.1803 40   0.477  0.6358

Fixed effects: val ~ time
              Value Std.Error DF t-value p-value
(Intercept) 48.86    0.9995 42  48.89   0.000
time         0.02    0.0063 42   2.63   0.012

> mod11 <- lme(val ~ time, d, ~ time | sid, method='ML')
> mod10 <- lme(val ~ time, d, ~ 1 | sid, method='ML')
> anova(mod11, mod10)
      Model df   AIC    BIC logLik  Test L.Ratio p-value
mod11     1   6 503.5  518.2 -245.8
mod10     2   4 502.4  512.2 -247.2 1 vs 2  2.865  0.2387
```


Durch das linear mixed effects model der relativen Leistung im Beidbeinsprung konnte gezeigt werden, dass es signifikante Veränderungen über die Zeit gibt, jedoch gibt es keine bedeutsamen Unterschiede zwischen den Gruppen.

Tab.18 Linear mixed effects model: Einfluss von Zeit und Gruppe auf die Sprintzeit beim 15 Meter Sprinttest

```
# sprint
Fixed effects: val ~ time * gid
              Value Std.Error DF t-value p-value
(Intercept)  2.5557   0.04180 40   61.15  0.0000
time          -0.0002   0.00021 40    -1.10  0.2761
gid1         -0.0064   0.05812 40    -0.11  0.9131
gid2         -0.0986   0.05911 40    -1.67  0.1032
time:gid1     0.0003   0.00030 40     0.97  0.3369

time:gid2     0.0004   0.00030 40     1.34  0.1869
```

```
Fixed effects: val ~ time + gid
              Value Std.Error DF t-value p-value
(Intercept)  2.5401   0.04011 42   63.33  0.0000
time          0.0000   0.00012 42    -0.03  0.9800
gid1          0.0130   0.05460 40     0.24  0.8136
gid2         -0.0714   0.05554 40    -1.29  0.2060
```

```
Fixed effects: val ~ time
              Value Std.Error DF t-value p-value
(Intercept)  2.521   0.024276 42  103.86   0.00
time          0.000   0.000121 42   -0.03   0.98
```

```
> mod11 <- lme(val ~ time, d, ~ time | sid, method='ML')
> mod10 <- lme(val ~ time, d, ~ 1 | sid, method='ML')
> anova(mod11, mod10)
      Model df    AIC    BIC logLik  Test L.Ratio p-value
mod11     1  6 -151.5 -136.8  81.75
mod10     2  4 -154.0 -144.2  80.99 1 vs 2   1.52  0.4677
```

Durch das linear mixed effects model der Zeit des 15-Meter-Sprinttests konnte gezeigt werden, dass es keine signifikanten Veränderungen über die Zeit gibt, auch konnten keine bedeutsamen Unterschiede zwischen den Gruppen berechnet werden.