

Interozeptive respiratorische Regulationsfähigkeit und körperliche Leistungsfähigkeit im Vorschulalter

Autoren: Lorenz Rapp, „Komm mit in das Gesunde Boot“- Forschungsgruppe & Prof. Dr. Dr. Olga Pollatos
Affiliation: Abteilung Klinische & Gesundheitspsychologie | Universität Ulm

✉ lorenz.rapp@uni-ulm.de

XXXIX DGKJP Kongress 2026

Hintergrund & Fragestellung

Interozeption & respiratorische Regulation

Interozeption: Wahrnehmung und Verarbeitung körpereigener Signale (Khalsa et al., 2018). Respiratorische Interozeption ("Respiroception") ist ein multi-afferenter (Chan et al., 2024) und homöostatischer Prozess (Allen, Varga & Heck, 2023).

Interozeptive Regulation: Fähigkeit, interozeptive Signale an einen Zielzustand anzupassen durch Veränderung der Signale oder des gewünschten Zustandes (Farb et al., 2015).
Relevante Entwicklungsaufgabe bereits im Kindesalter.

Interozeption & physische Aktivität

Theoretisch: Reziproke Verbindung interozeptiver Prozesse und physischer Aktivität – interozeptive Afferenzen nehmen während körperlicher Belastung an Salienz zu (Wallman-Jones et al., 2021) und beeinflussen antizipatorische Pacing-Regulation (Noakes, 2012; Tucker, 2009).

Empirisch: Bessere Pacing-Regulation bei höherer kardialer interozeptiver Akkuranz (Herbert et al., 2007); höhere kardiale interozeptive Akkuranz bei körperlich aktiveren 10-Jährigen (Georgiou et al., 2015).

Forschungsfrage & Hypothesen

Hängt eine bessere interozeptive respiratorische Regulationsfähigkeit (inRRF) mit der körperlichen Leistungsfähigkeit im Vorschulalter zusammen?

- H1:** Bessere inRRF → größere 3-Minuten-Laufdistanz
H2: Bessere inRRF → größere Standweitsprungstrecke

Ergebnisse

H1: 3-Minuten-Laufdistanz

$F(5, 515) = 35.83, p < .001 \mid R^2_{adj} = .25 \mid AIC = 3882.63 \mid BF_{10} = 46.11$ (starke Evidenz)

Prädiktor	b [95%-KI]	p	BFinclusion
Alter (Monate)	2.42 [2.01, 2.84]	< .001***	1.00
Geschlecht	-6.73 [-13.86, 0.55]	.070	3.08
BMI-Perzentile	-0.18 [-0.31, -0.04]	.014*	3.16
Hab. phys. Aktivität	2.07 [0.12, 4.08]	.029*	2.61
log(inRRF)	-7.72 [-13.05, -2.24]	.007**	21.75 ✓

log(inRRF): BFinclusion = 21.75 → Daten ~22× wahrscheinlicher mit Prädiktor als ohne Prädiktor (starke Evidenz)

H2: Standweitsprungstrecke

$F(5, 515) = 34.42, p < .001 \mid R^2_{adj} = .25 \mid AIC = 3060.23 \mid BF_{10} = 6.36$ (moderate Evidenz)

Prädiktor	b [95%-KI]	p	BFinclusion
Alter (Monate)	1.11 [0.92, 1.30]	< .001***	1.00
Geschlecht	-2.94 [-6.35, 0.32]	.081	0.92
BMI-Perzentile	-0.05 [-0.12, 0.01]	.098	1.08
Hab. phys. Aktivität	1.04 [0.22, 1.85]	.015*	4.07
log(inRRF)	-2.62 [-5.28, -0.17]	.044*	5.95 ✓

log(inRRF): BFinclusion = 5.95 → moderate Evidenz für Assoziation mit Standweitsprung

Methodik

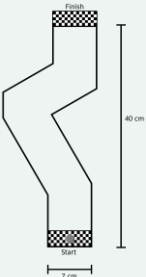
Stichprobe

$n = 542$ Kinder ($\emptyset$ 4;9 Jahre, $SD = 8.60$ Monate, Range = 37-72 Monate, 48.3% weiblich). Baseline-Messung 2016–2017 im Rahmen von „Komm mit in das gesunde Boot“ (DRKS00000494). Messung im Kindergarten durch geschultes Personal.

Messmethoden

Interozeptive respiratorische Regulationsfähigkeit (inRRF)

Watteball-Rennen: Pusten eines Wattebausches durch einen standardisierten Parkour. Operationalisiert als benötigte Zeit (s) – niedrigere Werte = bessere Regulationsfähigkeit.



3-Minuten-Laufdistanz (m): Zurückgelegte Distanz in standardisiertem 3-min-Lauf (Oja & Jürimäe, 1997).

Standweitsprungstrecke (cm): Bester Versuch aus drei Durchgängen.

Habituelle physische Aktivität: Single-Item Elternfragebogen (Tage/Woche ≥ 60 min MVPA; WHO, 2010).

Statistische Auswertung

Multiple Regressionen (frequentistisch & bayesianisch)

- Prädiktoren:
 - Demographisch: Alter (in Monaten) & Geschlecht
 - BMI-Perzentile (dt. Normen; Kromeyer-Hauschild et al., 2001)
 - Habituelle physische Aktivität
 - log(inRRF)
- Bayesianischer Modellvergleich: BFinclusion quantifiziert Evidenz für Prädiktorinklus ion (JZS-Prior, beta-binomial Modellprior)

Diskussion

H1: 3-Minuten-Laufdistanz

BMI-Perzentile: Negativer Zusammenhang; jedoch Unterrepräsentation von Kindern mit Übergewicht (5.37% vs. 8–10% in der Population; Schienkewitz, 2018).

Habituelle PA: Übungseffekte für aerobe Ausdauer plausibel; Single-Item-Messung mit geringerer Effektstärke (Palou et al., 2019).

inRRF: Möglicherweise hilfreich beim Pacing durch effizientere Atemregulation und höhere Ausdauerökonomie. Konsistent mit homöostase-orientierter Belastungsregulation (Tucker, 2009) und stärkerer neuronaler Aktivierung des interozeptiven Netzwerks (Faull, Cox & Pattinson, 2018).

H2: Standweitsprungstrecke

inRRF: Möglicherweise hilfreich in der bewussten motorischen Körperkontrolle. Der Standweitsprung erfordert eine Koordination aus Atem- und Bewegungsphasen, die von einer höheren inRRF profitieren könnten.

Limitationen

inRRF konfundiert mit nicht-interozeptiven Eigenschaften (Lungenvolumen, Instruktionsverständnis, Problemlösefähigkeit, Übungseffekte, Tagesform, etc.).
Deckeneffekte bei älteren Kindern erkennbar.
Querschnittsdesign und somit keine Kausalitätsrichtung ableitbar.

Schlussfolgerung

inRRF ist ein niedrigschwelliges Maß interozeptiver Selbstregulation mit möglicherweise unterstützendem Effekt auf die domänenübergreifende motorische Leistungsfähigkeit (3-Minuten-Laufdistanz, Standweitsprung) im Vorschulalter. Künftige Längsschnittstudien sollten Kausalbeziehungen prüfen.

Referenzen

- Allen, M., Varga, S., & Heck, D. H. (2023). Respiratory rhythms of the predictive mind. *Psychological Review*, 130(4), 1066–1080. <https://doi.org/10.1037/rev0000391>
- Chan, P.-Y. S., Lee, L.-Y., & Davenport, P. W. (2024). Neural mechanisms of respiratory interoception. *Autonomic Neuroscience*, 253, Article 103181. <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2024.103181>
- Faull, O. K., Cox, P. J., & Pattinson, K. T. S. (2018). Cortical processing of breathing perceptions in the athletic brain. *NeuroImage*, 179, 92–101. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.06.021>
- Farb, N., Daubenmier, J., Price, C. J., Gard, T., Kerr, C., Dunn, B. D., Klein, A. C., Paulus, M. P., & Mehling, W. E. (2015). Interoception, contemplative practice, and health. *Frontiers in Psychology*, 6, Article 763. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00763>
- Georgiou, E., Matthias, E., Kobel, S., Kettner, S., Dreyhaupt, J., Steinacker, J. M., & Pollatos, O. (2015). Interaction of physical activity and interoception in children. *Frontiers in Psychology*, 6, Article 502. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00502>
- Herbert, B. M., Ulbrich, P., & Schandry, R. (2007). Interoceptive sensitivity and physical effort: Implications for the self-control of physical load in everyday life. *Psychophysiology*, 44(2), 194–202. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2007.00493.x>
- Khalsa, S. S., Adolphs, R., Cameron, O. G., Critchley, H. D., Davenport, P. W., Feinstein, J. S., Feusner, J. D., Garfinkel, S. N., Lane, R. D., Mehling, W. E., Meuret, A. E., Nemeroff, C. B., Oppenheimer, S., Petzschner, F. H., Pollatos, O., Rhudy, J. L., Schramm, L. P., Simmons, W. K., Stein, M. B., ... Paulus, M. P. (2018). Interoception and mental health: A roadmap. *Biological Psychiatry: Cognitive Neuroscience and Neuroimaging*, 3(6), 501–513. <https://doi.org/10.1016/j.bpsc.2017.12.004>
- Kromeyer-Hauschild, K., Wabitsch, M., Kunze, D., Geller, F., Geiß, H.-C., Hesse, V., von Hippel, A., Jaeger, U., Johnsen, D., Korte, W., Menner, K., Müller, G., Müller, J. M., Niemann-Pilatus, A., Remer, T., Schaefer, F., Wittchen, H.-U., Zabransky, S., Zellner, K., ... Hebebrand, J. (2001). Perzentile für den Body-mass-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 149(8), 807–818. <https://doi.org/10.1007/s001120170107>
- Noakes, T. D. (2012). Fatigue is a brain-derived emotion that regulates the exercise behavior to ensure the protection of whole body homeostasis. *Frontiers in Physiology*, 3, Article 82. <https://doi.org/10.3389/fphys.2012.00082>
- Oja, L., & Jürimäe, T. (1997). Assessment of motor ability of 4- and 5-year-old children. *American Journal of Human Biology*, 9(5), 659–664.
- Tucker, R. (2009). The anticipatory regulation of performance: The physiological basis for pacing strategies and the development of a perception-based model for exercise performance. *British Journal of Sports Medicine*, 43(6), 392–400. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2008.050799>
- Wallman-Jones, A., Perakakis, P., Tsakiris, M., & Schmidt, M. (2021). Physical activity and interoceptive processing: Theoretical considerations for future research. *International Journal of Psychophysiology*, 166, 38–49. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2021.05.002>