

ラバーハンド錯覚による身体所有感の転移が 身体位置を参照する運動の反応時間に与える影響

山近 晴也¹⁾ 畑田 裕二²⁾

1 東京大学教育学部附属中等教育学校 2 東京大学大学院情報学環

背景

- ラバーハンド錯覚 (RubberHandIllusion: RHI)
 - 偽物の手 (仮想手) と実際の手へ同期した触覚刺激を与えることで、仮想手を自分の手であると感じる現象 [1].
- RHI研究の多くは、身体位置が静的に保たれた状態での知覚変化を対象としている
 - RHIが引き起こす身体所有感錯覚が、身体位置を参照する運動へどのような影響を及ぼすかの検討は十分に行われていない[5].
 - アバターの身体化による認知・行動への影響は、プロテウス効果などの研究でも広く検討されている [4] (ex. ドラム演奏時の身体運動 [3]) .
- RHI後、自己の身体位置を参照しない単純な運動への影響は無いとされている [5].
 - では、身体位置を参照する運動の反応時間には影響があるのか？**

実験目的

ラバーハンド錯覚による身体所有感の転移が、身体位置を参照する運動 (自分の左手の位置まで自分の右手を移動させる) の反応時間に与える影響を明らかにする

セットアップ・評価方法 (実験1,2共通)



左手を箱の中に入れ、軍手製の仮想手のみが見える



聴覚刺激に対して被験者が右手を移動させる際のセットアップ

■ 評価方法

- RHIの有無について、聴覚性驚愕反射の時間を計測
 - 1080p・60fpsで撮影した動画を用いて、画面点灯 (音提示時刻) から右手が動き始めるまでのフレーム数を反応時間として計測
- RHI前の音量小の反応時間 (Rt_前小) を基準とし、RHI前の音量大 (Rt_前大) やRHI後の音量大 (Rt_後大) の反応時間との差を反応時間ギャップ (ΔRt) として算出後、RHI前後の ΔRt に対応のあるt検定

$$\Delta Rt_{前} = Rt_{前} \cdot 大 - Rt_{前} \cdot 小$$
$$\Delta Rt_{後} = Rt_{後} \cdot 大 - Rt_{前} \cdot 小$$

実験手続き (実験1,2共通)

■ 実験手続き

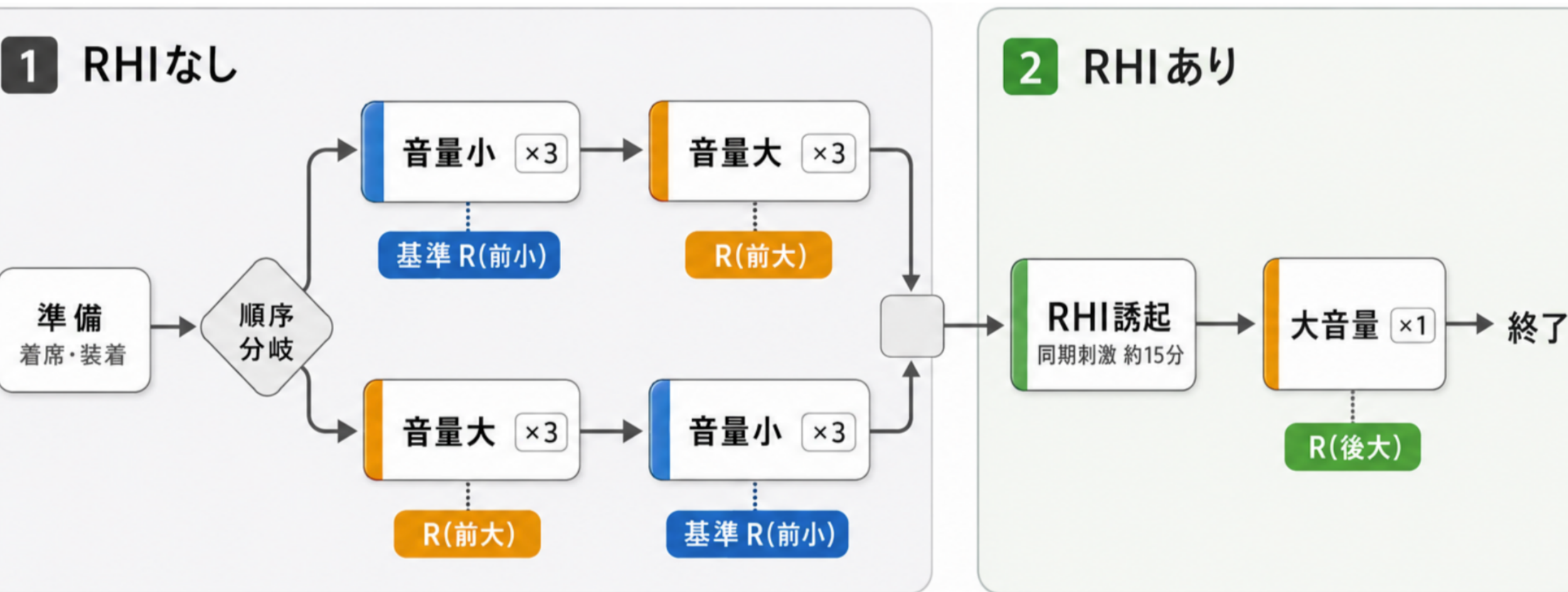
- 目を閉じた被験者は、ランダムな時刻 (3~7秒) で提示される聴覚刺激を受ける。
- 聴覚刺激直後、右手を目標位置 (左手 or 前方の目印) まで素早く移動させる。

■ RHIなし

RHIを誘起しない状態で反応時間を測定し、基準値 (Rt前) を取得する。

■ RHIあり

RHI誘起後に反応時間を測定し、RHIによる身体所有感の変化が反応時間へ与える影響を評価する。



実験 1 : 身体位置を参照する運動

目標位置 : 左手

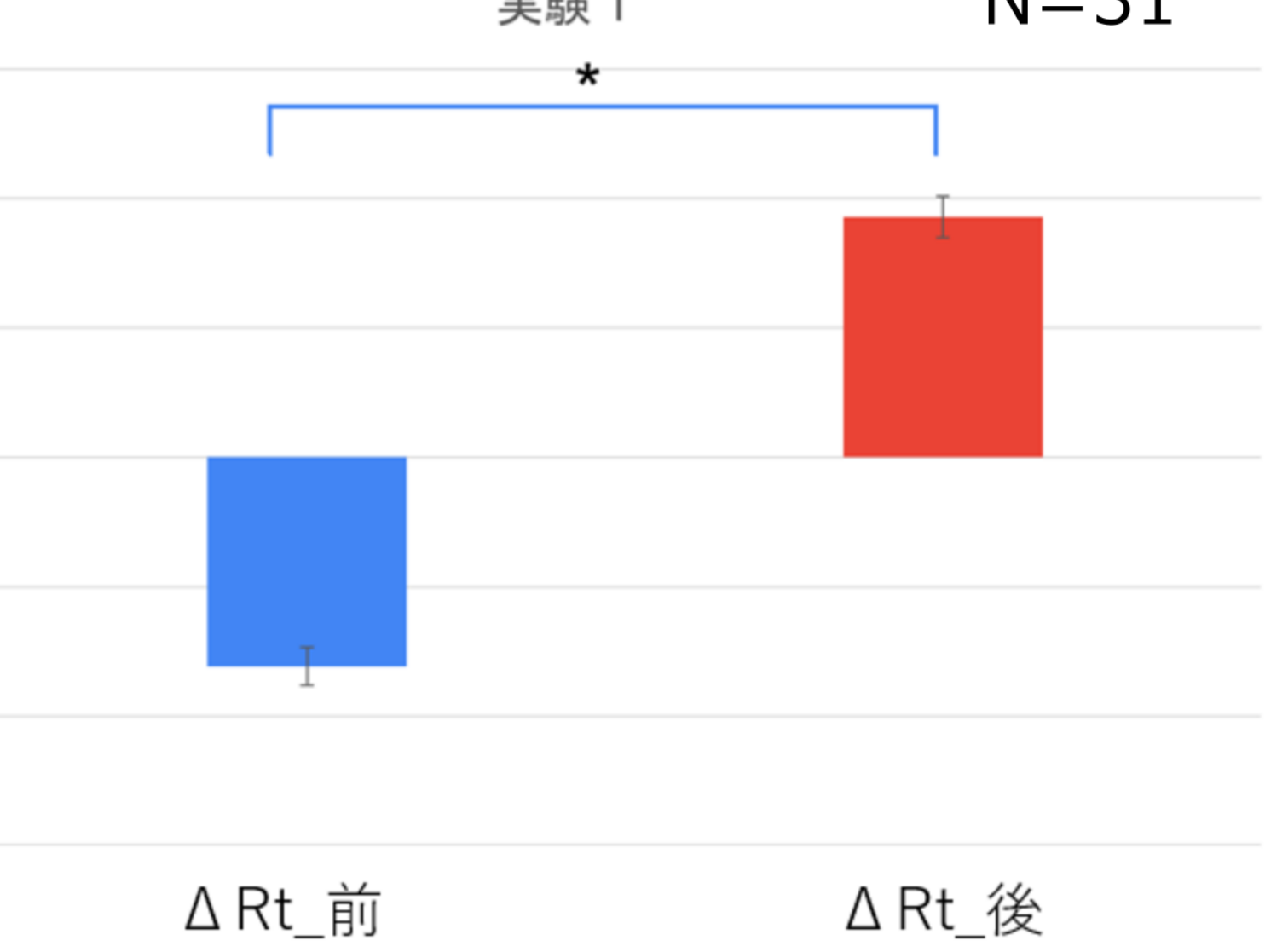
(frames) 実験 1 N=31

$\Delta Rt_{前}$ の平均値 : -8.08 frames
 $\Delta Rt_{前}$ の中央値 : -8.00 frames
 $\Delta Rt_{前}$ の標準偏差 : 4.01

$\Delta Rt_{後}$ の平均値 : 9.28 frames
 $\Delta Rt_{後}$ の中央値 : 9.00 frames
 $\Delta Rt_{後}$ の標準偏差 : 4.47

シャピロウィルク検定の結果
→ 正規分布に従うと仮定
($p=0.144$, $p=0.208$) .

t検定の結果, $\Delta Rt_{前}$ と $\Delta Rt_{後}$ の間に有意差が認められた
($p<0.0001$) .



左手方向の運動では、RHI後は反応時間が有意に遅延した。
→ 身体位置を参照する運動ではRHIが影響した可能性。

実験 2 : 身体位置を参照しない運動

目標位置 : 前方10cmの目印

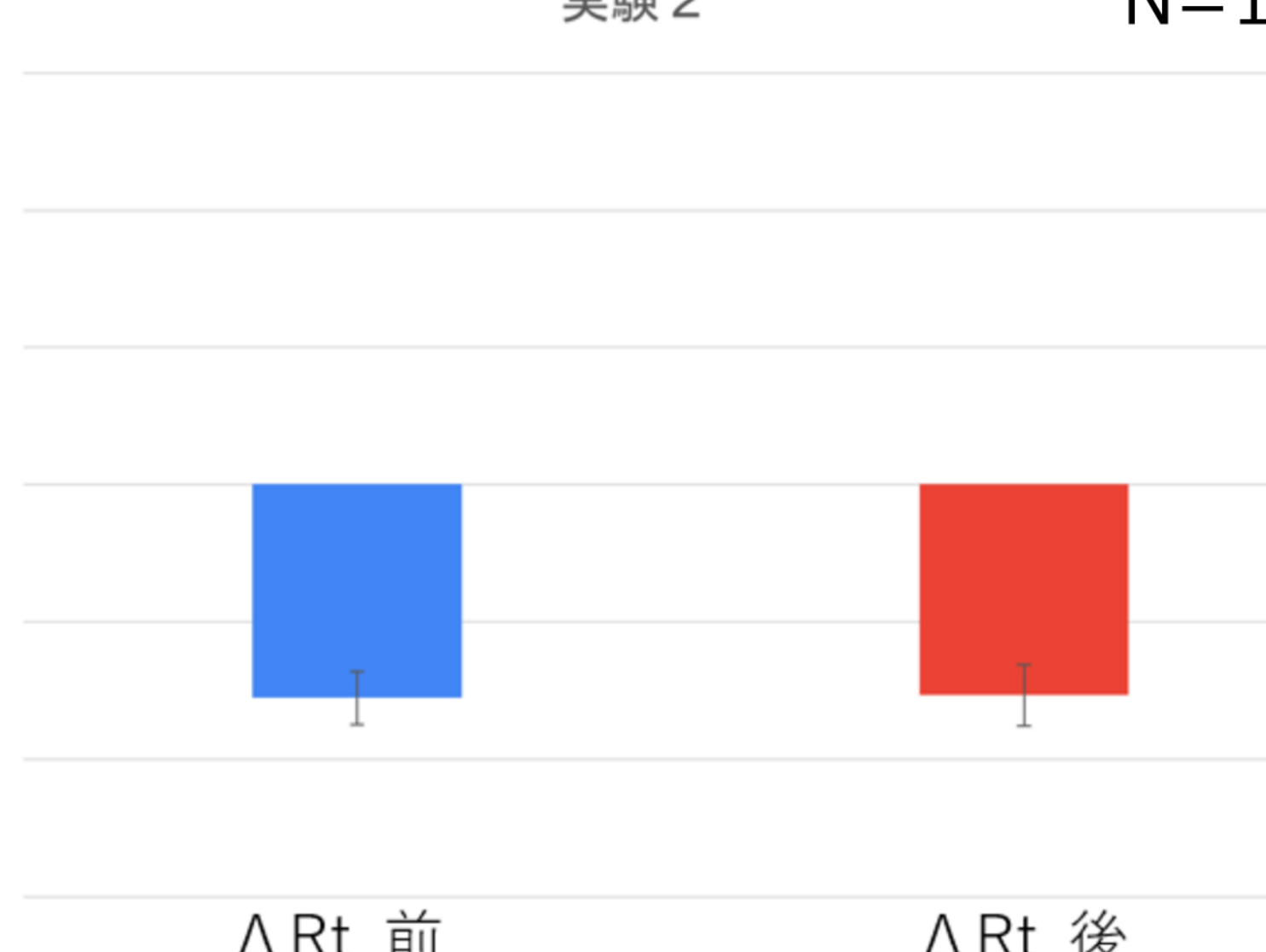
(frames) 実験 2 N=17

$\Delta Rt_{前}$ の平均値 : -7.76 frames
 $\Delta Rt_{前}$ の中央値 : -7.67 frames
 $\Delta Rt_{前}$ の標準偏差 : 4.03

$\Delta Rt_{後}$ の平均値 : -7.67 frames
 $\Delta Rt_{後}$ の中央値 : -7.67 frames
 $\Delta Rt_{後}$ の標準偏差 : 4.63

シャピロウィルク検定の結果
→ 正規分布に従うと仮定
($p=0.667$, $p=0.112$) .

t検定の結果, $\Delta Rt_{前}$ と $\Delta Rt_{後}$ の間に有意差が認められなかった
($p=0.817$) .



前方への運動では、RHI前後で反応時間の差は認められなかった。
→ 身体位置を参照しない運動ではRHIの影響がない可能性。

考察

■ RHIは身体位置を参照する運動に影響を与えた可能性

RHIによる身体所有感の転移は、身体図式 (body schema) を更新し、身体位置の認識を変化させることで、運動計画時の目標位置の見積もりに影響を与え[7], 反応時間の遅延につながった可能性

■ 影響は身体位置の参照に依存した可能性

前方への運動では反応時間の遅延が認められなかったことから、本研究で観察された変化は、RHIの誘起操作や疲労ではなく、身体位置を参照する運動で生じた可能性

■ 先行研究との関係

Readerら[5]は、RHIは身体位置を参照しない単純な運動には影響を及ぼさないことを報告している。本研究はこの知見と整合しつつ、身体位置を参照する運動では反応時間に影響が現れる可能性を示した

研究の限界・今後の課題

- 本研究では同期刺激を実施したものの、質問紙や固有感覚ドリフトの測定を行っておらず、身体所有感の転移を直接確認していない。今後は主観評価やドリフト量と反応時間との関連を検討する必要がある。
- 参加者数が限られているため、今後は対象者数を増やし、再現性を検証する必要がある。



山近晴也のホームページ



この研究の資料など

[1] M. Botvinick and J. Cohen: "Rubber hand 'feel' touch that eyes see", Nature, Vol.391, p.756, 1998.

[2] N. Braun, S. Debener, N. Spychala, E. Bongartz, P. Sörös, H. H. Müller, and A. Philipsen: "The senses of agency and ownership: a review", Frontiers in psychology, 9, 535. 2018.

[3] K. Kiltner, I. Bergstrom, and M. Slater: "Drumming in immersive virtual reality: the body shapes the way we play", IEEE transactions on visualization and computer graphics, 19(4), 597-605. 2013.

[4] A. S. Praetorius and D. Görlich: "How avatars influence user behavior: A review on the proteus effect in virtual environments and video games", In Proceedings of the 15th international conference on the foundations of digital games, 1-9. 2020.

[5] A. T. Reader, V. S. Trifonova, and H. H. Ehrsson: "Little evidence for an effect of the rubber hand illusion on basic movement", European Journal of Neuroscience, Vol.54, No.7, 2021.

[6] J. Valls-Solé A. Solé, F. Valdeoriola, E. Muñoz, L.~E. Gonzalez, and E.~S. Tolosa:

"Reaction time and acoustic startle in normal human subjects", Neuroscience Letters, Vol.195, No.2, 1995.

[7] F. De Vignemont: "Body schema and body image-Pros and cons" Neuropsychologia, 48(3), 669-680. 2010.