

## ادراک عمل و عملکرد آینه‌ای در کودکان Action understanding and Action mirroring in children

Farzad Ghaderi

PhD student in Psychology, University of Isfahan

فرزاد قادری

دانشجوی دکتری روان شناسی، دانشگاه اصفهان

### Abstract

The past decade has experienced an increasing interest in action understanding and children's mirroring of others' behavior. Behavioral investigations have focused on the development and significance of mimicry, goal prediction and imitation. Others have focused on the neural basis of action mirroring, identifying particular electrophysiological markers or related brain regions (Cuevas, Cannon, Yoo, & Fox, 2014).. A vivid debate concerns the functional mechanisms that subseries and lead to action mirroring (Heyes, 2010; Paulus, 2014), others have suggested that action mirroring is the consequence of higher-level processes (Csibra, 2007), Finally, the consequences of action mirroring for social functioning have been discussed with respect to its role in action understanding and fostering social relations (Over & Carpenter, 2012). This article is an overview of the concepts of action understanding and action mirroring of children, the neural, cognitive and social basis mechanisms, the evolution and, the way to measure and evaluate, and also review the outlines of recent researchers' comments and claims in This field. The effects and application of mirroring in the development of social perception and social recognition in the process of child development are discussed.

**Key words:** action understanding, action mirroring, mirror neurons, children

### چکیده

در دهه گذشته علاقه به چگونگی ادراک عمل و عملکرد آینه‌ای کودک نسبت به رفتار دیگران افزایش یافته است و تحقیقات رفتاری روی رشد و اهمیت مکانیسم‌های ادراک عمل و عمل آینه‌وار (تقلید، الگوبرداری و پیش بینی هدف) تمرکز کرده‌اند. عده‌ای به پایه‌های عصبی آیینگی عمل، شنا سایی علایم الکتروفیزیولوژیک خاص یا ارتباط نواحی مغز (کویوس، کانن، یو و فاکس، ۲۰۱۴)، مکانیسم‌های اجرایی و کارکردی مفیدی که منجر به عمل آینه‌ای می‌شوند (هیز، ۲۰۱۰؛ پائولوس، ۲۰۱۴) پرداخته‌اند. عده‌ای پیشنهاد کرده‌اند که عمل آینه‌ای نتیجه‌ی پردازش و فرایندهای سطح بالاتر بوده (کسیبرا، ۲۰۰۷)، و نهایتاً عده‌ای پیامدهای عملکرد آینه‌ای در مورد کارکردهای اجتماعی با توجه به نقش آن در ادراک عمل و تقویت روابط اجتماعی (اوور و کارپنتر، ۲۰۱۲) را مورد بحث قرار داده‌اند. مقاله حاضر مروری است بر مبانی و مفاهیم ادراک عمل و عمل آینه‌ای در کودکان، ساز و کارهای زیربنایی عصب شناسی، شناختی و اجتماعی موجود، سیر رشدی و تحولی، نحوه سنجش و ارزیابی و همچنین بررسی رئوس نظریات و ادعاهای محققین اخیر در این زمینه. تاثیرات و کاربرد آینه سازی عمل در رشد ادراک اجتماعی و شناخت اجتماعی در مراحل رشد کودکان مورد بحث قرار گرفته است.

**واژگان کلیدی:** ادراک عمل، عملکرد آینه‌ای، نورون‌های آینه‌ای، کودکان

ویرایش نهایی: مهر ۹۸

پذیرش: اردیبهشت ۹۷

دریافت: دی ۹۶

نوع مقاله: مروری

### مقدمه

کشف نورون‌های آینه‌ای<sup>۱</sup> در دو دهه قبل به طور گسترده‌ای فرضیه‌هایی راجع به شناخت، زبان شناسی و کاربرد مؤثر عصب‌های آینه‌ای را توسعه داد. آشکارترین این مفروضه‌ها مربوط به مفهوم نورون آینه‌ای در زمینه ادراک و فهم اعمال دیگران می‌باشد که فرضیه‌های خاص زیادی را در بر می‌گیرد؛ مثل نقش نورون آینه‌ای در ادراک حرکت بیولوژیکی، ادراک بدنی و حرکات آنها، پیش بینی پیامد فعالیت و درک هدف دیگران (ودوارد و جر سن<sup>۲</sup>، ۲۰۱۴). از منظر تکاملی داشتن نورون‌های آینه‌ای، در برخی موجودات زنده منجر به داشتن مزایایی در درک عمل شده و منجر به پذیرش یک آمادگی جهانی برای داشتن نورون‌های آینه‌ای شد (کویوس و پائولوس<sup>۳</sup>، ۲۰۱۶). سلول‌های آینه‌ای برای اولین بار در منطقه F5 قشر پیش حرکتی شکمی میمون‌ها کشف شد. در حالی که میمون‌ها با سر و بدن ثابتی نشسته بودند و خودشان را مشاهده می‌کردند که در حال برداشتن و جمع کردن اشیاء هستند. به نظر می‌رسد که نورون‌های

<sup>1</sup> mirror neurons

<sup>2</sup> Woodward, Gerson

<sup>3</sup> Cuevas, Paulus

واحدی به صورت انتخابی فعال می‌شدند نه فقط هنگامی که میمون‌ها اشیاء را جمع می‌کردند، بلکه حتی زمانی که آزمایشگر آنها را جمع می‌کرد. دی پلیگریانو، فادیگا، فاگزی، گلز و ریزولاتی<sup>۱</sup> (۱۹۹۲) این فرضیه را خلق کردند که فعالیت‌های انجام شده توسط دیگر میمون‌ها باید عامل بسیار مهمی باشد در تعیین اینکه کدام عمل انتخاب شود. به وضوح یافته‌های آنان با ارائه پاسخ‌ها و تعاملات اجتماعی ارتباط داشت. در حالیکه اخیراً نقش این سلول‌ها از انتخاب فعالیت به ادراک فعالیت (ردی و یوتال<sup>۲</sup>، ۲۰۱۶) و ذهن خوانی (گالس و گلدمن<sup>۳</sup>، ۱۹۹۸) تغییر پیدا کرده است. این انتخاب فعالیت برای ادراک عمل به طور نیرومندی، تفسیر مراحل مشاهده منفعل را نسبت به مشارکت فعال، تسهیل می‌کند. کارهای بعدی با انسان‌ها وجود سیستم‌های آینه‌ای عصبی با شواهدی از فعالیت نوروهای آینه‌ای در نوزادان را نشان داده است (کویوس، کانن، یو و فاکس<sup>۴</sup>، ۲۰۱۴).

اخیراً مطالعات این حیطه با چرخش محققین به سوی بررسی سایر عوامل دخیل در یادگیری، تقلید و الگوبرداری از حرکات، رفتار و هیجانات دیگران توسط کودکان تحت عنوان عملکرد آینه‌ای همراه بوده و در پژوهش‌های متعددی مورد بررسی قرار گرفته است (کسیرا<sup>۵</sup>، ۲۰۰۷؛ کویوس و پائولوس، ۲۰۱۶؛ ودوارد و جرسن، ۲۰۱۴؛ ردی و یوتال، ۲۰۱۶؛ گمپ، پرینز و دام<sup>۶</sup>، ۲۰۱۶). در دهه گذشته علاقه به چگونگی ادراک عمل<sup>۷</sup> و عملکرد آینه‌ای<sup>۸</sup> کودک نسبت به رفتار دیگران افزایش یافته و تحقیقات رفتاری روی رشد و اهمیت مکانیسم‌های ادراک عمل و عمل آینه وار تمرکز کرده‌اند. در واقع یافته‌ها در زمینه دانش رشدی و عصب شناسی رشدی شواهد گسترده‌ای در زمینه روابط بین تولید عمل و ادراک عمل در مراحل ابتدایی زندگی را نشان می‌دهد. پاسخ‌های رفتاری نوزادان به اعمال دیگران نشان دهنده اطلاعات مشترکی بین سیستم‌های دوره‌ای که نوزادان اعمال را تولید و درک می‌کنند، می‌باشد که شامل تقلید نوزادان (ملتزوف و مور<sup>۹</sup>، ۱۹۷۷) و تاثیرات اعمال مشاهده شده روی کنترل عمل نوزادان است (لانگو و برنتنال<sup>۱۰</sup>، ۲۰۰۶). بنابراین فعالیت‌های نوزادان با تأثیر پاسخ‌های آنان به اعمال دیگران همبستگی دارد که شامل توانایی آنان برای پیش بینی بصری نقطه پایان مسیر فعالیت‌ها (کانون، ودوارد، گردبک، ون هافزن و تورک<sup>۱۱</sup>، ۲۰۱۲؛ گردبک و کوچوخوا<sup>۱۲</sup>، ۲۰۱۰؛ کاناکوگی و ایتاکورا<sup>۱۳</sup>، ۲۰۱۱) و همچنین الگوهای وسیعی از توجه اجتماعی است (لیبرتوس و ندهام<sup>۱۴</sup>، ۲۰۱۰؛ ۲۰۱۱). نهایتاً تجربیات عصب روانشناختی اخیر شواهدی را نشان می‌دهد که سیستم حرکتی نوزاد در طول مشاهده فعالیت دیگران، فعال می‌باشد (مارشال و ماتزوف، ۲۰۱۱؛ نیستروم، لجینگمار، رو ساندر و ون هافزن<sup>۱۵</sup>، ۲۰۱۱؛ سوتگیت، جانسون، کرووای، کسیرا<sup>۱۶</sup>، ۲۰۱۰) و این فعال سازی در طول مشاهده فعالیت به صورت متفاوتی به عنوان عملکرد مهارت حرکتی رشد نوزاد نشان داده شده است (وودوارد و جرسن، ۲۰۱۴).

بررسی‌های اخیر در زمینه ادراک عمل نوزادان، ارتباطات غنی بین رشد حرکتی و تحلیل هدف فعالیت‌های دیگران را آشکار کرده‌اند. به ویژه اینکه اعمال هدفمند نوزادان در تحلیل آنها از اعمال دیگران تأثیر می‌گیرد. این شواهد نشان می‌دهد سیستم شناختی مشارکت فعالیت‌های نوزادان را به تحلیل آنها از اهداف اعمال دیگران سوق می‌دهد. این تاثیرات در یک سطح نسبتاً خلاصه در هر دو سطح ساختاری در ادراک نوزادان از فعالیت‌های دیگران و ساختار روابط در فعالیت‌های خود نوزاد به وقوع می‌پیوندد. اگرچه پایه‌های

<sup>1</sup> Di Pellegrino, Fadiga, Fogassi, Gallese, Rizzolatti

<sup>2</sup> Reddy, Uithol

<sup>3</sup> Gallese, Goldman

<sup>4</sup> Cuevas, Cannon, Yoo, Fox

<sup>5</sup> Csibra.

<sup>6</sup> Gampe, Prinz, Daum

<sup>7</sup> action understanding

<sup>8</sup> action mirroring

<sup>9</sup> Meltzoff, Moore

<sup>10</sup> Longo, Bertenthal

<sup>11</sup> Cannon, Woodward, Gredebäck, von Hofsten, Turek

<sup>12</sup> Gredebäck, Kochukhova

<sup>13</sup> Kanakogi, Itakura

<sup>14</sup> Libertus, Needham

<sup>15</sup> Nystrom, Ljunghammar, Rosander, von Hofsten

<sup>16</sup> Southgate, Johnson, Karoui, Csibra

عصبی این تأثیرات در نوزادان هنوز به طور کامل مشخص نیست، شواهد جاری نشان می‌دهد که ارتباطات بین تولید فعالیت و ادراک فعالیت در نوزادان شامل سیستم عصبی مرتبط با برنامه ریزی و فعالیت‌های شناختی است (وودوارد و جرسن، ۲۰۱۴).

مطالعه تولید عمل هدفمند و مطالعه عملکرد شناختی اجتماعی به عنوان دو سازمان اصلی در زمینه دانش رشد طی قرن گذشته بررسی شده است (برونر، ۱۹۷۰؛ گزل، ۱۹۵۴ و پیازه، ۱۹۵۳؛ به نقل از وودوارد و جرسن، ۲۰۱۴). این دو توانایی بیشتر در دوره‌های زمانی از دوره‌های رشد شناسی انسان ظاهر می‌شوند که هر کدام نشان دهنده ارائه یک عملکرد اساسی رشد شناختی، اجتماعی و زبانی می‌باشد. رشد عملی و رشد شناختی اجتماعی اساساً به عنوان ابعادی جدا از هم با روش‌های مختلف و در بررسی‌های مختلف مشاهده شده‌اند. شاید شواهد نیرومند مبنی بر اینکه نوزادان روابط هدفمند را تحلیل می‌کند از این موضوع نشأت می‌گیرد که آنها اهداف مشخصی را به صورت برجسته کدگذاری می‌کنند، اهدافی که فراتر از یک عمل خاص روی شی است. اعمالی مثل پاک کردن میز، خوردن چای، که به محتوا و فعالیت‌هایی که با هم رخ می‌دهد، وابسته است. نوزادان در این نوع تحلیل عمل و تفسیر فعالیت در یک توالی و در شرایط ارتباطی آنها درگیر می‌شوند. به عنوان مثال وقتی نوزاد کسی را می‌بیند که به لباسی چنگ زده است، به منظور به سمت خود کشیدن و به دست آوردن اسباب بازی در حالیکه در محل دوری نشسته متعاقباً گرفتن لباس را به عنوان هدایت شدن به سمت اسباب بازی نه لباس تفسیر می‌کند. در حالیکه اگر این توالی عمل بدون روابط معناداری رخ دهد نوزاد هیچ پاسخی نخواهد داد (بیرو و همکاران، ۲۰۱۱، ساموئل و وودوارد، ۲۰۰۵؛ هندرسون، وودوارد<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱). بنابراین نوزادان تحلیل خود از فعالیت‌های متعاقب را به جای الگوهای با سطح پایین روابط، بر اساس روابط آنها با اهداف برجسته پایه گذاری می‌کنند. به طور مشابه نوزادان روابط هدفمند شخص را از روی زمان انجام و از میان تغییر شکل فعالیت و زمینه‌ای که در آن فعالیت رخ می‌دهد را دنبال می‌کنند. به عنوان مثال نوزاد پی می‌برد که شخص به چیزی که قبلاً به آن نگاه می‌کرده خواهد رسید (لوو و جانسون، ۲۰۰۹؛ فیلیپ، ولمن و اسپلک، ۲۰۰۲؛ وایش<sup>۲</sup> و وودوارد، ۲۰۱۰؛ انیشی، بیلارجین<sup>۳</sup>، ۲۰۰۵). این نشان دهنده این است که نوزادان فعالیت‌های دیگران را در مراحل روابط هدفمند، تحلیل می‌کنند.

اگر آیینی سازی، تحلیل فعالیت نوزادان را حمایت می‌کند پس رشد فعالیت‌های هدفمند نوزادان مانند دست یافتن به هدف یا هماهنگی مطلوب باید پیامدهایی برای تحلیل آنها داشته باشد. در مقابل این امکان، رشد فعالیت‌های نوزادان همبستگی دارد با پاسخ آنان به کارهایی که حساسیت آنان به فعالیت‌های دیگران را اندازه گیری می‌کند. بنابراین همان طور که نوزادان قادر به سازماندهی اعمال خود شدند، توانایی شناسایی ساختار اهداف دیگران را نیز پیدا می‌کنند (وودوارد و جرسن، ۲۰۱۴). شواهد در حال رشد این موضوع را تأیید می‌کند که تجربه حرکت کردن دلیل تغییرات در ادراک نوزادان از اهداف دیگران است. آموزشی که از تولید اعمال هدفمند نوزادان حمایت می‌کند از توانایی آنان برای تشخیص ساختار هدف اعمال دیگران نیز حمایت می‌کند. به عنوان مثال آموزش با دستکش پوشیده شده با چسب، نوزاد سه ماهه را قادر به درک اشیا با دستکش پوشیده شده می‌کند و این آموزش همچنین باعث پاسخ نظامدار به اعمال دیگران در پارادیم خوگیری بصری، می‌شود (جرسن و وودوارد، ۲۰۱۴؛ b۲۰۱۴؛ سامرویل، وودوارد و نیدهام<sup>۴</sup>، ۲۰۰۵).

شواهد مهمی وجود دارد که این جنبه‌های هدف هدایت شده اعمال خود نوزاد است که موضوع این تأثیرات است. اعمال نوزادان کانال‌های اطلاعاتی زیادی تولید می‌کنند که ممکن است در یادگیری و رشد مشارکت کند، اما این موضوع فقط به اطلاعات حرکتی محدود نمی‌شود (کامپوس، آندرسون، باربراث، هوبیارد، هرتنستین، ویترنگتن<sup>۵</sup>، ۲۰۰۰). وقتی آنها با مهارت ابزاری برای استفاده در کارها تولید می‌کنند نه تنها فرایندهای حرکتی را تجربه می‌کنند، بلکه نمونه‌هایی از اعمالی تولید می‌کنند که می‌توانند آن را مشاهده کرده و آن را یاد بگیرند. اگر چه طبق تعریف، آیینی سازی در طی رشد اولیه و با دو فعالیت مشاهده و انجام عمل رخ می‌دهد، اجرا باید به یک

<sup>1</sup> Henderson

<sup>2</sup> Vaish

<sup>3</sup> Onishi, Baillargeon

<sup>4</sup> Sommerville, Woodward, Needham

<sup>5</sup> Campos, Anderson, Barbu-Roth, Hubbard, Hertenstein, Witherington

راهی منجر شود زیرا سیستم حرکتی از طریق تمرینات حرکتی ایجاد می‌شود. به طور مشابه تحقیق با بزرگسالان این نتایج را ارائه می‌دهد که درگیری فعال در کارهای مهارتی و ویژه به طور نیرومندی پاسخ‌های سیستم آینه‌ای به این اعمال را شکل می‌دهد (جنتر و مدینا<sup>۱</sup>، ۱۹۹۸).

سامرویل، هیلدبراند و کران<sup>۲</sup> (۲۰۰۸) شرایطی را بررسی کردند که در آن کودکان ده ماهه کشیدن یک چوب دستی را برای رسیدن به اسباب بازی یاد می‌گرفتند و بزرگسالی را مشاهده می‌کردند که مکرراً این کار را انجام می‌دهد. پس از آن نوزادانی که آموزش فعال دریافت کرده بودند به ساختار هدف فعالیت کشیدن چوب دستی توسط شخص دیگر حساسیت نشان دادند اما نوزادانی که فقط آموزش مشاهده‌ای دریافت کرده بودند، چنین حساسیتی را در هیچ کدام از مطالعات در زمینه آینه سازی نشان ندادند. طبق این مطالعات، نوزادان توجه بالایی به رویدادهای آموزشی مشاهده‌ای دریافت کردند و این رویدادها اطلاعاتی را فراهم کرد که توانست در اصول، برای ادراک ساختار هدف فعالیت‌ها مفید واقع شود. با این او صاف وقتی نوزادان خودشان در فعالیت‌های آموزشی درگیر نمی‌شوند، به نظر می‌رسد که اطلاعاتی راجع به ساختار هدف فعالیت‌ها جمع نمی‌کنند. بنابراین این مطالعه شواهدی را ارائه می‌دهد که فعالیت‌های نوزادان در ادراک عمل آنان تأثیر می‌گذارد، زیرا فعالیت کردن شامل درگیری فرایندهای حرکتی است.

### آیینگی عمل؛ شناخت و عملکرد اجتماعی

یکی دیگر از موضوعات بسیار بحث برانگیز نقش عمل آینه‌ای در ادراک عمل و عملکرد اجتماعی است. کودکان از طریق تعاملات اجتماعی به ادراک جهان دست می‌یابند. آن‌ها در مورد کارکرد اشیاء، اهداف، مقاصد، باورها و انتظارات اجتماعی یاد می‌گیرند. از طریق این مراحل مهم رشد، نوزادان به فرد اجتماعی تبدیل شده و قادر به کنش درونی و تعامل با محیط اجتماعی و فیزیکی می‌شوند. یکی از مهارت‌های مهمی که کودکان به دست می‌آورند، ادراک اعمال هدفمند دیگران می‌باشد. محیط اجتماعی نوزاد متشکل از اعضای مثل والدین، هم‌شیرها و دیگر هم‌تایان است، که ایستا نیستند و بیشتر اوقات به صورت هدفمند عمل می‌کنند. بنابراین نوزادان برای اینکه قادر به تعامل مناسب با دیگران باشند باید بتوانند آنچه که دیگران انجام می‌دهند را درک کنند (گمپ و همکاران، ۲۰۱۶).

طبق فرضیه تطبیق مستقیم نورو-های آینه‌ای به مشاهده کننده امکان درک مستقیم رفتار دیگران را می‌دهد. بنابراین ادراک عمل از طریق فرایند پایین به بالا رخ می‌دهد. در مقابل، فرضیه استدلال غایت شناختی (کیسبرا و گرگلی<sup>۳</sup>، ۲۰۰۷) در رابطه با ادراک عمل از طریق پدیدایی آن از بالا به پایین می‌باشد. مشاهده گر به ارزیابی اعمال در مراحل از اهداف و اهداف فرعی می‌پردازد و آینه سازی عمل از طریق فرایند شبیه سازی رخ می‌دهد (کیسبرا، ۲۰۰۷). نهایتاً رویکرد فکری حرکتی پیشنهاد می‌دهد که آینه سازی عمل از طریق حرکات مربوط به نمایش و تلفیق فرایندهای توجهی بدون نسبت دادن مفهوم اهداف و حالات ذهنی به دیگران، با ادراک عمل ترکیب می‌شود (پائولوس، ۲۰۱۲).

این رویکردهای نظری فرضیه‌ها و پیش بینی‌های متفاوتی راجع به چگونگی ارتباط احتمالی بین معکوس سازی عمل و ادراک عمل خلق می‌کند. پیشنهاد فرضیه تطبیق مستقیم این است که وانمودها و تقلید حرکتی نقشی علی در توانایی نسبت دادن حالت‌های ذهنی به دیگران را دارند. نتایج تحقیقات رشد ادراک عمل را به دنبال رشد توانایی‌های حرکتی نشان داده و همچنین نشان داده که حرکت بازدارنده باعث شبیه سازی ادراک عمل بازدارنده می‌شود. در مقابل، نظریه غایت شناختی پیش بینی می‌کند که آینه سازی عمل نتیجه‌ی ادراک هدف است که در حال حاضر در مراحل اولیه رشد است. رویکرد فکری حرکتی پیشنهاد می‌دهد که افراد رفتارهای دیگران را در سطوح مختلفی از پیچیدگی درک می‌کنند. اینجا آینه سازی عمل با شکل‌های ساده‌تر ادراک عمل ترکیب می‌شود که در کودکان خردسالتر است و همچنین با مفهوم متمایز از ادراک در سطوح بالاتر (انتساب حالت‌های ذهنی) که نشان دهنده مسیر طولانی‌تر رشد می‌باشد (کویوس و پائولوس، ۲۰۱۶).

<sup>1</sup> Gentner, Medina

<sup>2</sup> Sommerville, Hildebrand, Crane

<sup>3</sup> Gergely

## آیینه سازی عمل در سیر تحول

از لحظه اول زندگی عمده تجربیات نوزادان از رفتار دیگران عبارت از کارهایی است که به خاطر عدم توانایی کودک، روی او انجام می‌گیرد (مثل روی پا نگهداشتن کودکان، تمییز کردن چشم‌ها، پاک کردن بینی، نوازش کردن صورت، پوشاندن آستین لباس، نگهداشتن سینه برای بلند شدن نوزاد، و ....). اگر چه این فعالیت‌ها جزئی از فعالیت‌های ذخیره‌ای نوزاد نیستند اما اغلب اوقات نوزاد به آنها پاسخ مناسب و هیجانی می‌دهد. اگرچه مطالعات کمی وجود دارد که فعالیت‌های مربوط به نوزادان را بررسی کرده اما همین مطالعات کم نشان دادند که از همان ماه‌های اولیه ادراک بسیار زیادی در نوزادان وجود دارد که می‌تواند با دیدگاه آیینه سازی توضیح داده شود (ردی و یوتال، ۲۰۱۶). نوزادان حداقل از دو ماهگی قادر به درک احتمالات تاثیرگذار و موقتی بین اعمال خود و پاسخ‌ها و جهت گیری های دیگران هستند (مارکوا، لگرستی<sup>۱</sup>، ۲۰۰۶؛ مک کوآید، بیباک و کارپندل<sup>۲</sup>، ۲۰۰۹؛ ردی، کیشالم، فارس‌تر، کانفورت و مانیتوپولو<sup>۳</sup>، ۲۰۰۷). چنین احتمالاتی همچنین باید در جهت معکوس نیز قابل درک باشند که رابطه پاسخ‌های نوزادان با فعالیت‌های دیگران باید به صورت آشکاری ادراک شود.

نوزادان دو و سه ماهه هنوز نمی‌توانند با دو دست خود کل یک چیز را بردارند. از سوی دیگر وقتی که مشکل در رفتن و سازگاری مورد انتظار برای برداشتن اشیاء وجود دارد، کودکان اوتیستیک پیش دبستانی وجود مشکل در این موارد را نشان داده‌اند و نشان دادند که چنین پیش بینی‌هایی ممکن است مربوط به ادراک التقاطی فعالیت‌ها باشد. بر خلاف کودکان معمولی در حال رشد که دهانشان را هنگام تغذیه با قاشق یا بطری یا سینه مادر باز می‌کنند، کودکان اوتیسم هنگام استفاده از قاشق بر خلاف انتظار دهان خود را باز نمی‌کنند (بریسون، وارین، سرس، فا سیر و آدرین<sup>۴</sup>، ۲۰۱۲). علاوه بر این در کودکان ۲ و ۳ ماهه انتظار می‌رود عمل در آغوش گرفتن با نگاه ثابت به صورت مادر به جای نگاه کردن به دستان او، رخ دهد (ردی و همکاران، ۲۰۱۳). بحث این است که هر دو پاسخ آشکاری و پاسخ غیر مستقیم نوزاد ادراک او را از عمل در آغوش کشیدن بزرگسالان، ایجاد می‌کند.

بسیاری از شواهد در زمینه تحلیل نوزادان از روابط هدفمند از آزمایشات خوگیری بینایی نشأت گرفته است. البته بسیاری از حساسیت‌های نوزادان به ساختار هدف فعالیت از سایر روش‌های آزمایشی به دست آمده است. به عنوان مثال در ۷ ماهگی که نوزاد الگویی که فعالیت هدفمند را به سمت دو شیء هدایت می‌کند را مشاهده کرد، به صورت عمل انتخابی به هدف اولیه الگو پاسخ می‌دهد (تورمر، وودوادر، ایسننسیس، کریستن و سودین<sup>۵</sup>، ۲۰۱۳؛ کائن و وودوادر، ۲۰۱۲). علاوه بر آن در ۱۱ ماهگی وقتی نوزاد ویدیویی را می‌بیند که در آن عامل روی شیء کاری را انجام می‌دهد، پیش بینی بصری در مورد فعالیت الگو در زمینه جدیدی مبتنی بر تحلیل هدف قبلی او تولید می‌کند (کائن و وودوادر، ۲۰۱۲). نهایتاً در ۹ ماهگی اطلاعات فیزیولوژیک عصبی پاسخ‌های متفاوت مغزی را نشان می‌دهد زمانی که نوزادان فعالیت‌های هدفمند را در مقایسه با حرکات بی هدف انسان‌ها می‌بینند (سوفگت و همکاران، ۲۰۱۰).

در پایان سال اول زندگی، نوزادان شروع به سازماندهی توالی عمل به منظور برنامه‌های برجسته می‌کنند. این طرح‌ها در مسیری روی می‌دهد که فعالیت هدفمند نوزاد به وسیله اهداف کم ارزش شکل می‌گیرند. نوزادان در این سن با فعالیت‌هایی که معنی اتمام می‌دهند روبه رو می‌شوند که نیازمند عمل روی یک موضوع به منظور توجه به یک موضوع دیگر است؛ چیزی که هدف دلخواه است. همانطور که نوزاد فعالیت‌هایش را با توجه به اهداف و برنامه ریزی های برجسته سازماندهی می‌کند، ادراک آنان از فعالیت‌های دیگران نیز سازماندهی می‌شود. این شباهت ساختار نشان می‌دهد که تحلیل عمل نوزادان می‌تواند اطلاعات تازه‌ای از تولید فعالیت آنان باشد. واضح است که تمایل به تلاش به تحریک فعالیت نوزادان و ادراک فعالیت آنها، ذهنی نیست. در عوض چون اطلاعات هدف ملازم کنترل حرکتی است آیینه سازی می‌تواند این تحلیل ساختار موجود را برای تحلیل کردن فعالیت‌های دیگران ایجاد کند. این پیشنهاد ارتباطات

<sup>1</sup>Markova, Legerstee

<sup>2</sup>McQuaid, Bibok, Carpendale

<sup>3</sup>Reddy, Chisholm, Forrester, Conforti, Maniatopoulou

<sup>4</sup>Brisson, Warreyn, Serres, Foussier, Adrien

<sup>5</sup>Thoermer, Woodward, Eisenbeis, Kristen, Sodian

وسیعی در طول رشد اولیه، بین تولید فعالیت و تحلیل هدف را پیش بینی می‌کند و شواهد روز افزون در حمایت از این پیش بینی وجود دارد (وودوارد و جرسن، ۲۰۱۴).

گالیله و مک کلری<sup>۱</sup> (۲۰۱۶) پتانسیل مربوط به رویداد را (EPRS) برای سنجش فرایندهای عصبی ادراکات لمسی خود و دیگران در کودکان ۴ تا ۵ ساله اندازه گیری کردند. کودکان تفاوت‌هایی در EPRS با موارد تجربه شده‌ی بزرگسالان نشان دادند مانند کارکرد زبان (زبانی - غیر زبانی) نوع محرک (انسان - غیر انسان). این یافته‌ها نشان می‌دهد که کودکان خردسال فرایندهای آینه‌ای لمسی را نشان دادند و شواهدی فراهم شد که آیینگی فراتر از اعمال آینه‌ای ساده است. یو، کانون، تروپ و فوکس<sup>۲</sup> (۲۰۱۶) در مورد پدید آبی سیستم عصبی که از هر دو موضوع ادراک و انجام عمل حمایت می‌کند تحقیق کردند. آن‌ها تغییرات مرتبط با سن را در ناهمگامی EEG ادراک معانی پیدا کردند. فعالیت‌های پایانی با کودکان نه ماهه نسبت به کودکان ۱۲ ماهه ناهمگامی بیشتری نشان دادند. مخصوصاً یافته‌های آنان نشان داد که پدید آبی یادگیری مهارت‌ها با ناهمگامی در طول ادراک عمل در کودکان ۱۲ ماهه تداعی می‌شد، اما این نکته در مورد کودکان ۹ ماهه صدق نمی‌کرد.

### سنجش و ارزیابی

تعداد فزاینده‌ای از مطالعات ارتباط نزدیک بین ادراک عمل و تولید آن در مراحل اولیه زندگی گزارش کرده‌اند (کانن و همکاران، ۲۰۱۲؛ دام، پرینز و آسکرلین<sup>۳</sup>، ۲۰۱۱؛ فلاک یتر، گردبک و وان هافزن<sup>۴</sup>، ۲۰۰۶؛ گردبک، استیوز، فلاک یتر، روزندر و وان هافزن<sup>۵</sup>، ۲۰۱۱). با این وجود انتخاب نوع سنجش مهم است، همانگونه که مطالعات قبلی تفاوت بین اندازه گیری ادراک را به صورت درونی و برونی نشان داده‌اند (دام، اتیگ، گوناون، پرینز و گردبک<sup>۶</sup>، ۲۰۱۲؛ ورشر، اسپپ، بیرو و هامل<sup>۷</sup>، ۲۰۱۳). در طول چند دهه گذشته اقدامات مختلفی برای بررسی ادراک عمل نوزادان و خردسالان انجام گرفته است. به عنوان دو نمونه برجسته می‌توان به پیش بینی هدف و تقلید اشاره کرد که در مطالعات متعددی و هنگام پردازش شناختی در طول مشاهده فعالیت در نوزادان استفاده شده‌اند (هانز و بکرینگ، ۲۰۱۴). همچنین هر دوی این اندازه گیری‌ها توانسته‌اند با موفقیت دانش ما را در زمینه توجه به رشد ادراک عمل نوزادان، افزایش دهند (گمپ و همکاران، ۲۰۱۶). علاوه بر این بررسی نوزادان روش‌هایی را برای ارزیابی عنصر اصلی ادراک عمل، گسترش داده است (تحلیل عمل به عنوان جهت دهی هدف). بنابراین ارائه ابزار برای ارزیابی، یک راه بالقوه در آینه سازی عمل است که می‌تواند عملکرد شناختی اجتماعی را پوشش دهد. استفاده از این روش‌ها نشان می‌دهد که ارتباطات غنی بین رشد حرکتی و تحلیل اهداف فعالیت‌های دیگران وجود دارد (وودوارد و جرسن، ۲۰۱۴).

گمپ و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه خود از پیش بینی هدف و تقلید به عنوان دو ابزار جهت بررسی و سنجش میزان ادراک عمل دیگران توسط آزمودنی‌های کودک استفاده کردند. در هر دو اقدام یعنی ادراک فعالیت اشخاص و تولید فعالیت شخصی توسط خود شخص، یک پیش بینی در مورد رویدادی در آینده یا حالت هدف وجود دارد (وان هافزن، ۲۰۰۴). پیش بینی هدف ابزار درونی اندازه گیری ادراک عمل می‌باشد. پیش بینی تغییر جهت نگاه برای اندازه گیری ادراک عمل در بزرگسالان نیز استفاده می‌شود (فلانگان و جانسون، ۲۰۰۳) و همچنین با موفقیت در جمعیت نوزادان نیز به کار برده می‌شود (کانن و همکاران، ۲۰۱۲؛ فلاک-یتر و همکاران، ۲۰۰۶؛ ملزر و همکاران، ۲۰۱۲). از سوی دیگر تقلید اندازه گیری برونی ادراک عمل است. تولید دوباره یک عمل مشاهده شده توسط نوزاد پس از تکمیل یک عمل الگو اندازه گیری می‌شود. بر این اساس زمان و اطلاعات موجود برای پردازش عمل در مقایسه با پیش بینی هدف، محدودیت کمتری دارد. تقلید نشان می‌دهد که کودکان چگونه عمل ادراک شده را در عمل خود، تجسم می‌کنند.

<sup>1</sup> Gallese, Goldman.

<sup>2</sup> Yoo, Cannon, Thorpe, Fox

<sup>3</sup> Daum, Prinz, Aschersleben

<sup>4</sup> Falck-Ytter, Gredebäck, von Hofsten

<sup>5</sup> Stasiewicz, Rosander

<sup>6</sup> Attig, Gunawan, Prinz, Gredeback

<sup>7</sup> Verschoor, Spap, Biro, Hommel

تکالیف مربوط به تقلید برای نشان دادن ادراک نیت اصلی (کارپنتر، اختر و توماسلو<sup>۱</sup>، ۱۹۹۸؛ ملزوف<sup>۲</sup>، ۱۹۹۵)، منطق عمل مشاهده شده (گرگلی، بکرینگ، کریلی<sup>۳</sup>، ۲۰۰۰؛ زمجی، دام و اسکرلسبون<sup>۴</sup>، ۲۰۰۹) و اصل کپی کردن یک عمل در کودکان به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته است (فلین و ویتن<sup>۵</sup>، ۲۰۰۸). تعدادی از تحقیقات در زمینه تقلید یک رابطه مستقیم بین ادراک عمل شخص و تقلید او از این اعمال را نشان می‌دهد. اگرچه ماهیت خاص ارتباط ممکن است مفهوم متفاوتی داشته باشد، مدل ساختاری پیازه (۱۹۶۲) یک ارتباط مستقیم بین تغییرات تقلید و تغییرات مرحله حسی حرکتی و مرحله شناختی رشد را نشان می‌دهد (به نقل از گمپ و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۱۶).

## نتیجه گیری

آنچه که در این مطالعه به دست آمد این است که فقط یک فرضیه سیستم عصب آینه‌ای وجود ندارد، بلکه مجموعه گسترده‌ای از فرضیه‌ها وجود دارد که از کشف عصب آینه‌ای به وجود آمدند. کشف نورون‌های آینه‌ای در دو دهه پیش فرضیات مختلفی در رابطه با کاربردهای شناختی، اجتماعی و زبانی نورون‌های آینه‌ای برانگیخته است (ودوارد و جر سن، ۲۰۱۴). هر کدام از پژوهشگران این حیطه نیز فرضیه‌ای برای بررسی این پدیده تدوین کرده‌اند، برخی از مطالعات روی پایه‌های عصبی آیینگی عمل، شناسایی علائم الکتروفیزیولوژیک خاص یا ارتباط نواحی مغز تمرکز کرده‌اند (کویوس، کانن، یو و فاکس، ۲۰۱۴). دیدگاه دیگری مربوط به مکانیسم‌های اجرایی و کارکردی مفیدی که منجر به عمل آینه‌ای می‌شوند، می‌باشند که در این راستا عده‌ای بر تأثیر سطح ادراک عمل استدلال می‌کنند (هیز، ۲۰۱۰؛ پائولوس، ۲۰۱۴). عده‌ای دیگر این پیشنهاد را می‌دهند که عمل آینه‌ای نتیجه‌ی پردازش و فرایندهای سطح بالا می‌باشد (کسیبر، ۲۰۰۷). همچنین عده‌ای دیگر در مورد پایه‌های پتانسیل فطری عملکرد آینه‌ای بحث می‌کنند (لیچ و تارت، ۲۰۰۷). برخی محققین نیز پیامدهای عملکرد آینه‌ای در مورد کارکردهای اجتماعی با توجه به نقش آن در ادراک عمل و تقویت روابط اجتماعی را مورد بحث قرار داده‌اند (اوور و کارپنتر<sup>۶</sup>، ۲۰۱۲).

اما آنچه که مهم است این است که همه این عوامل، فرضیات و نظریه‌ها نشان می‌دهند که آینه سازی می‌تواند تأثیرات قابل ملاحظه‌ای در رشد ادراک اجتماعی و شناخت اجتماعی در مراحل چندگانه رشد کودکان داشته باشد. ارزیابی فرضیه‌هایی که تولید عمل و ادراک هدف و آینه سازی اعمال دیگران توسط کودکان را به هم مربوط می‌کنند از این نظر که افق جدیدی در زمینه فرایندهای رشدی می‌باشند، بسیار حائز اهمیت است. ایده مکانیسم آینه‌ای به سرعت جای خود را در علوم تحولی پیدا کرده است. همچنانکه ذخایر حرکتی در طول نوزادی رشد می‌یابند این چارچوب‌ها، فرضیه‌های قابل آزمونی را برای رشد و توسعه ادراک عمل تولید می‌کنند. در واقع تجربیات حرکتی برداشت نوزاد از فعالیت‌های دیگران را تغییر می‌دهند. به طور کلی شواهد به نفع این فرضیه است که ادراک الگوها و معنی فعالیت‌های دیگران از وجود چین الگوها و معانی مشابهی در فعالیت خود فرد نشأت می‌گیرد. شواهد رفتاری کنونی نوزادان تقویت کننده نیرومندی برای فرضیه‌های آینه سازی می‌باشند. سیستم شناختی که سائق فعالیت‌های نوزادان است، با تحلیل آنها از اهداف فعالیت دیگران، همکاری می‌کند. این تأثیر آینه سازی در یک سطح نسبتاً خلاصه تحلیل در دو مرحله ساختار ادراک نوزادان از فعالیت‌های دیگران و ساختار روابط در فعالیت‌های خود نوزادان، به وقوع می‌پیوندد. نوزادان فعالیت‌های دیگران را به عنوان فعالیت‌های سازماندهی شده توسط اهداف و برنامه ریزی های برجسته می‌بینند. فعالیت‌های خود نوزادان با این روش سازماندهی می‌شوند و درگیری

<sup>1</sup> Carpenter, Akhtar, Tomasello

<sup>2</sup> Meltzoff

<sup>3</sup> Gergely, Bekkering, Kir\_aly

<sup>4</sup> Zmyj, Daum, Aschersleben

<sup>5</sup> Flynn, Whiten

<sup>6</sup> Over, Carpenter

نوزادان در یک فعالیت هدفمند و برنامه ریزی فعالیت‌های مطلوب، تغییراتی را در ادراک آنان از این جنبه‌های فعالیت دیگران ارائه می‌دهد.

## منابع

- Biro S, Verschoor S, Coenen L. (2011). Evidence for a unitary goal concept in 12-month-old infants. *Dev. Sci.* 14, 1255–1260.
- Brisson, J., Warreyn, P., Serres, J., Foussier, S., & Adrien, J. L. (2012). Motor anticipation failure in infants with autism: A retrospective analysis of feeding situations. *Autism: The International Journal of Research and Practice*, 16, 420–429.
- Campos JJ, Anderson DI, Barbu-Roth MA, Hubbard EM, Hertenstein MJ, Witherington D. (2000). Travel broadens the mind. *Infancy* 1, 149–219.
- Cannon, E. N., Woodward, A. L., Gredebäck, G., von Hofsten, C., & Turek, C. (2012). Action production influences 12-month-old infants' attention to others' actions. *Developmental Science*, 15, 35–42.
- Carpenter, M., Akhtar, N., & Tomasello, M. (1998). Fourteen- through 18-month-old infants differentially imitate intentional and accidental actions. *Infant Behavior & Development*, 21, 315–330.
- Csibra, G. (2007). Action mirroring and action understanding: An alternative account. In P. Haggard, Y. Rosetti & M. Kawate (Eds.), *Sensorimotor Foundations of Higher Cognition: Attention and Performance 22* (pp. 435–480). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Csibra, G., & Gergely, G. (2007). 'Obsessed with goals': Functions and mechanisms of teleological interpretation of actions in humans. *Acta Psychologica*, 124, 60–78.
- Cuevas, K., Cannon, E. N., Yoo, K., & Fox, N. A. (2014). The infant EEG mu rhythm: Methodological considerations and best practices. *Developmental Review*, 34, 26–43.
- Cuevas, Km, Paulus, M. (2016). Development of action mirroring, *British Journal of Developmental Psychology*, 34, 1–5
- Daum, M. M., Prinz, W., & Aschersleben, G. (2011). Perception and production of object-related grasping movements in 6-month-old infants. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108, 810–818.
- Daum, M. M., Attig, M., Gunawan, R., Prinz, W., & Gredebäck, G. (2012). Actions seen through babies' eyes: A dissociation between looking time and predictive gaze. *Frontiers in Psychology*, 3, 370.
- Di Pellegrino, G., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V., & Rizzolatti, G. (1992). Understanding motor events: A neurophysiological study. *Experimental Brain Research*, 91(1), 176–180.
- Falck-Ytter, T., Gredebäck, G., & von Hofsten, C. (2006). Infants predict other people's action goals. *Nature Neuroscience*, 9, 878–879.
- Flanagan, J. R., & Johansson, R. S. (2003). Action plans used in action observation. *Nature*, 424, 769–771.
- Flynn, E., & Whiten, A. (2008). Cultural transmission of tool use in young children: A diffusion chain study. *Social Development*, 17, 699–718.
- Galilee, A., & McCleery, J. P. (2016). Neural mechanisms of the observation of human and nonhuman object touch in children: An event-related potential study. *British Journal of Developmental Psychology*, 34, 86–100.
- Gallese, V., & Goldman, A. (1998). Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading. *Trends in Cognitive Sciences*, 2, 493–501. doi:10.1016/S1364-6613(98)01262-
- Gampe, A., Prinz, W., Daum, M (2016). Measuring action understanding: Relations between goal prediction and imitation, *British Journal of Developmental Psychology*, 34, 53–65
- Gentner D, Medina J. (1998). Similarity and the development of rules. *Cognition* 65, 263–297.
- Gergely, G., Bekkering, H., & Király, I. (2000). Developmental psychology: Rational imitation in preverbal infants. *Nature*, 415, 755.
- Gerson SA, Woodward AL. (2014a). Learning from their own actions: the unique effect of producing actions on infants' action understanding. *Child Dev.* 85, 264–277
- Gerson SA, Woodward AL. (2014b). The joint roles of trained, untrained, and observed actions at the origins of goal recognition. *Infant Behav. Dev.* 37, 94–104.
- Gredebäck G, Kochukhova O. (2010). Goal anticipation during action observation is influenced by synonymous action capabilities, a puzzling developmental study. *Exp. Brain Res.* 202, 493–497.
- Henderson AME, Woodward AL. (2011). Let's work together: what do infants understand about collaborative goals? *Cognition* 121, 12–21.
- Heyes, C. (2014). Tinbergen on mirror neurons. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences*, 369, 20130180.
- Hunnus, S., & Bekkering, H. (2014). What are you doing? How active and observational experience shape infants' action understanding. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences*, 369, 1644. doi:10.1098/rstb.2013.0490
- Kanakogi, Y., & Itakura, S. (2011). Developmental correspondence between action prediction and motor ability in early infancy. *Nature Communications*, 2, 1–6.

- Libertus K, Needham A. (2010). Teach to reach: the effects of active versus passive reaching experiences on action and perception. *Vis. Res.* 50, 2750–2757.
- Longo M, Bertenthal B. (2006). Common coding of observation and execution of action in 9-month-old infants. *Infancy* 10, 43–59.
- Luo Y, Johnson SC. (2009). Recognizing the role of perception in action at 6 months. *Dev. Sci.* 12, 142–149.
- Markova, G., & Legerstee, M. (2006). Contingency, imitation, and affect sharing: Foundations of infants' social awareness. *Developmental Psychology*, 42(1), 132–141.
- Marshall PJ, Meltzoff AN. (2011). Neural mirroring systems: exploring the EEG mu rhythm in human infancy. *Dev. Cogn. Neurosci.* 1, 110–123.
- McQuaid, N., Bibok, M., & Carpendale, J. (2009). Relation between maternal contingent responsiveness and infant social expectations. *Infancy*, 14, 390–401.
- Meltzoff, A. N., & Keith Moore, M. (1994). Imitation, memory, and the representation of persons. *Infant Behavior and Development*, 17(1), 83–99.
- Melzer, A., Prinz, W., & Daum, M. M. (2012). Production and perception of contralateral reaching: A close link by 12 months of age. *Infant Behavior & Development*, 35, 570–579.
- Nystrom P, Ljunghammar T, Rosander K, von Hofsten C. 2011 Using mu rhythm perturbations to measure mirror neuron activity in infants. *Dev. Sci.* 14, 327–335.
- Over, H., & Carpenter, M. (2012). Putting the social into social learning: Explaining both selectivity and fidelity in children's copying behavior. *Journal of Comparative Psychology*, 126, 182–192.
- Onishi KH, Baillargeon R. (2005). Do 15-month-old infants understand false belief? *Science* 308, 255–258.
- Paulus, M. (2012). Action mirroring and action understanding: An ideomotor and attentional account. *Psychological Research*, 76, 760–767.
- Paulus, M. (2014). How and why do infants imitate? An ideomotor approach to social and imitative learning in infancy (and beyond). *Psychonomic Bulletin & Review*, 21, 1139–1156.
- Phillips AT, Wellman HM, Spelke ES. (2002). Infants' ability to connect gaze and emotional expression to intentional action. *Cognition* 85, 53–78.
- Reddy, V., Uithol, S. (2016). Engagement: Looking beyond the mirror to understand action understanding. *British Journal of Developmental Psychology*, 34, 101–114
- Reddy, V., Markova, G., & Wallot, S. (2013). Anticipatory adjustments to being picked up in infancy. *PLoS ONE*, 8, e65289.
- Sommerville JA, Hildebrand E, Crane CC. (2008). Experience matters: the impact of doing versus watching on infants' subsequent perception of tool use events. *Dev. Psychol.* 44, 1249–1256.
- Sommerville, J. A., Woodward, A. L., & Needham, A. (2005). Action experience alters 3-month old infants' perception of others' actions. *Cognition*, 96(1), B1–B11.
- Southgate V, Johnson MH, El Karoui I, Csibra G. (2010). Motor system activation reveals infants' online prediction of others' goals. *Psychol. Sci.* 21, 355–359.
- Thoermer C, Woodward A, Eisenbeis H, Kristen S, Sodian B. (2013). To get the grasp: seven-month-olds encode and reproduce goal-directed grasping. *J. Exp. Child Psychol.* 116, 499–509.
- Vaish A, Woodward AL. (2010). Infants use attention but not emotions to predict others' actions. *Infant Behav. Dev.* 33 79–87.
- Verschoor, S. A., Spap\_e, M., Biro, S., & Hommel, B. (2013). From outcome prediction to action selection: Developmental change in the role of action–effect bindings. *Developmental Science*, 16, 801–814.
- von Hofsten C. (2004). An action perspective on motor development. *Trends Cogn. Sci.* 8, 266–272.
- Woodward AL, Gerson SA. (2014). Mirroring and the development of action understanding. *Phil. Trans. R. Soc. B* 369: 20130181.
- Yoo, K. H., Cannon, E. N., Thorpe, S. G., & Fox, N. A. (2016). Desynchronization in EEG during perception of means-end actions and relations with infants' grasping skill. *British Journal of Developmental Psychology*, 34, 24–37.
- Zmyj, N., Daum, M. M., & Aschersleben, G. (2009). The development of rational imitation in 9- and 12-month-old infants. *Infancy*, 14, 131–141.

