

## The effect of knowledge of results frequency on motor learning in individuals with stroke

Minoo Khalkhali Zavieh<sup>\*1</sup>, Fatemeh Esfandiarpour<sup>2</sup>, Mojgan Rahmatipour<sup>3</sup>, Alireza Akbarzadeh<sup>4</sup>

1. Assistant Professor, Physical Therapy Department, Faculty of Rehabilitation Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Science.Tehran. Iran (corresponding author) minoo\_kh@yahoo.com
2. Assistant professor, Physical Therapy Department, School of Rehabilitation, Ahvaz Jundishapur University of Medical Science.
3. Msc of Physiotherapy, Physical Therapy Department, Faculty of Rehabilitation Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Science.Tehran. Iran
4. Associate Professor, Biostatistics Department, Faculty of Rehabilitation Sciences, Shahid Beheshti University of Medical Science.Tehran. Iran

Article received on: 2014.2.21

Article accepted on: 2014.7.22

### ABSTRACT

**Background and Aim:** Reduced augmented feedback leads to motor learning. However, it is unknown whether these findings can be applied in stroke patients who may have impaired internal feedback mechanisms. The purpose of this study was to determine if stroke-related brain damage affects the use of extrinsic feedback and if these patients benefit from practice with reduced frequency of knowledge of results.

**Materials and Methods:** Participants were sixteen patients aged 45-65 years (mean:  $57.56 \pm 6.47$  years) with middle cerebral artery (MCA) stroke (under 6 months). They were randomly assigned in two groups of 8. Group one received 100% knowledge of results (KR) and group two received 25% KR about their actual force. During 6 blocks of acquisition (48 trials), participants practiced a grip force production task with upper limb ipsilateral to the lesion. Then performed retention test on the next day without receiving KR. Accuracy and consistency were assessed over acquisition and retention and compared between groups.

**Results:** A significant decrease in VE was found in the 25% group in acquisition ( $p: 0.004$ ) and retention ( $p: 0.001$ ). TE in the 25% group in acquisition phase was significant ( $p: 0.016$ ) as well. There were no significant differences in these variables for the 100% group. Significant decrease of AE ( $p: 0.035$ ), TE ( $0.039$ ) and nearly significant decrease of VE ( $0.058$ ) were found in the 100% group compared with the 25% group in acquisition. However, no significant difference between groups was found in retention.

**Conclusion:** Although group received 25% KR was more consistent during practice, group received 100% KR was significantly more accurate and consistent at the end of the practice in acquisition. In retention test there were no significant differences between groups of feedback condition. As a conclusion in our study, individuals with stroke related brain damage benefit from 100% KR, in acquisition phase.

**Key Words:** motor learning, augmented feedback, knowledge of results frequency, stroke

**Cite this article as:** Minoo Khalkhali Zavieh, Fatemeh Esfandiarpour, Mojgan Rahmatipour, Alireza Akbarzadeh. The effect of knowledge of results frequency on motor learning in individuals with stroke. *J Rehab Med.* 2015; 3(4): 34-41.

## بررسی اثر فرکانس آگاهی از نتیجه در یادگیری حرکتی در افراد مبتلا به سکتة مغزی

مینو خلخالی زاویه<sup>۱\*</sup>، فاطمه اسفندیار پور<sup>۲</sup>، مژگان رحمتی پور<sup>۳</sup>، علیرضا اکبرزاده<sup>۴</sup>

۱. استادیار، گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. استادیار، گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم پزشکی جندی شاپور اهواز
۳. کارشناس ارشد فیزیوتراپی، کمیته پژوهش دانشجویی دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۴. دانشیار، گروه آمار زیستی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

### چکیده

#### مقدمه و اهداف

کاهش فرکانس فیدبک افزوده باعث افزایش یادگیری حرکتی می شود. اینکه این یافته در افراد مبتلا به سکتة مغزی، که احتمالاً دچار اختلال در مکانیسم های فیدبک داخلی هستند، قابل استفاده باشد به درستی مشخص نیست. هدف از مطالعه حاضر تعیین این نکته است که آیا آسیب مغزی متعاقب سکتة مغزی استفاده از فیدبک های افزوده را تحت تاثیر قرار می دهد و آیا این بیماران از تمرین با کاهش فرکانس فیدبک سود خواهند برد؟

#### مواد و روش ها

شرکت کنندگان شانزده بیمار در دامنه سنی ۴۵-۶۵ سال (میانگین:  $57/56 \pm 6/47$ )، مبتلا به سکتة مغزی از نوع درگیری شریان مغزی میانی (زیر ۶ ماه) بودند که به شکل تصادفی در دو گروه ۸ نفره جای گرفتند. به گروه اول فیدبک آگاهی از نتیجه با فرکانس ۱۰۰٪ و به گروه دوم با فرکانس ۲۵٪ در مورد میزان نیروی گریپ تولید شده ارائه شد. افراد در طول ۶ بلوک تمرین ۴۸ بار تکلیف بازسازی نیروی گریپ را با دست غیر مبتلا انجام دادند. سپس در روز بعد آزمون ابقا را بدون دریافت فیدبک انجام دادند. دقت و پایداری در پاسخ در مرحله کسب و یادگیری مهارت ارزیابی، و نتایج بین دو گروه مقایسه گردید.

#### یافته ها

در گروه ۲۵٪ فیدبک کاهش معنی دار در خطای متغیر در مرحله کسب مهارت ( $p \leq 0/004$ ) و یادگیری مهارت ( $p \leq 0/001$ ) دیده شد. همچنین خطای کل در این گروه در مرحله کسب مهارت کاهش معنی دار ( $p \leq 0/016$ ) نشان داده است. در این متغیرها در گروه ۱۰۰٪ فیدبک اختلاف معنی داری مشاهده نشد. مقایسه بین دو گروه نشان دهنده کاهش معنی دار مقادیر خطای مطلق ( $p \leq 0/035$ ) خطای متغیر ( $p \leq 0/058$ ) و خطای کل ( $p \leq 0/039$ ) در گروه ۱۰۰٪ فیدبک در مقایسه با گروه ۲۵٪ فیدبک در مرحله کسب مهارت بوده است. اگرچه تفاوت معنی داری بین دو گروه در مرحله یادگیری مهارت مشاهده نشد.

#### بحث و نتیجه گیری

در طول مراحل آزمون در گروه ۲۵٪ فیدبک، پایداری در پاسخ بیشتری مشاهده شد اما در بلوک آخر تمرین، گروه ۱۰۰٪ فیدبک بطور معنی داری دقت و پایداری در پاسخ بیشتری را نسبت به گروه دیگر نشان دادند. در مرحله یادگیری مهارت بین دو گروه اختلاف معنی داری مشاهده نگردید. در مطالعه حاضر افراد مبتلا به آسیب مغزی متعاقب سکتة مغزی در مرحله کسب مهارت، نتایج بهتری را از تمرین با فرکانس ۱۰۰٪ بدست آورده اند.

#### واژگان کلیدی

یادگیری حرکتی، فیدبک افزوده، فرکانس آگاهی از نتیجه، سکتة مغزی

پذیرش مقاله ۱۳۹۳/۴/۳۱ \*

\* دریافت مقاله ۱۳۹۲/۱۲/۲

نویسنده مسئول: دکتر مینو خلخالی زاویه: تهران، میدان امام حسین، ابتدای خیابان دماوند، روبروی بیمارستان بوعلی، دانشکده توانبخشی

دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، گروه فیزیوتراپی

تلفن: ۷۷۵۶۱۷۲۱ داخلی ۲۱۲

آدرس الکترونیکی: minoo\_kh@yahoo.com

## مقدمه و اهداف

فیدبک های افزوده، در کنار تمرین، از متغیرهای تاثیرگذار در یادگیری مهارت های حرکتی در نظر گرفته می شوند<sup>[۱۲]</sup>. یکی از انواع مهم فیدبک های افزوده، آگاهی از نتیجه نامیده می شود. آگاهی از نتیجه یک فیدبک کلامی (یا قابل کلامی شدن) است که بعد از پایان حرکت و در مورد نتیجه آن در ارتباط با هدف محیط به فرد داده می شود و مکرر نشان داده شده که بعضی از مقادیر آن برای یادگیری یک پاسخ حرکتی جدید ضروری است<sup>[۱۳]</sup> اما در مورد میزان مناسب آن برای یادگیری بهینه هنوز شک وجود دارد<sup>[۱۴]</sup>. در بیشتر تحقیقاتی که در این زمینه و در افراد سالم صورت گرفته نشان داده شده که کاهش فرکانس ارائه فیدبک آگاهی از نتیجه، باعث افزایش میزان یادگیری نسبت به زمانی می شود که فیدبک با فرکانس بالا و بعد از هر بار انجام تکلیف به فرد ارائه می شود<sup>[۸-۶]</sup>.

بعضی بیماران با اختلالات شناختی و ادراکی قادر به استفاده از فیدبک های داخلی برای بهبود حرکت نیستند<sup>[۹]</sup>. آسیب مغزی نیز اغلب باعث اختلال در مکانیسم های فیدبک داخلی در بیماران سکته مغزی می شود و بدین معناست که احتمالاً این بیماران برای یادگیری مهارت های حرکتی باید به فیدبک های خارجی تکیه کنند<sup>[۱۰]</sup>. مطالعاتی در این زمینه انجام شده که در آنها اثر فیدبک های افزوده بر یادگیری حرکتی در افراد مبتلا به سکته مغزی بررسی و با افراد سالم مقایسه شده<sup>[۱۱]</sup> اما در مورد اثر فرکانس های مختلف آگاهی از نتیجه در یادگیری حرکتی در این افراد نتایج مشخصی وجود ندارد. با توجه به اینکه یک فاکتور مهم در ارزیابی و توانبخشی بیماران فراهم کردن فیدبک در شرایط عملکردی و انجام تست های مختلف است<sup>[۱۲]</sup>؛ بهینه فراهم کردن اینگونه اطلاعات در طول یا بعد از درمان می تواند باعث افزایش کارایی مراحل توانبخشی در این بیماران باشد<sup>[۱۳]</sup>. مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر دو فرکانس ۱۰۰٪ و ۲۵٪ فیدبک آگاهی از نتیجه در یادگیری تکلیف بازسازی نیروی گریپ در افراد مبتلا به سکته مغزی و بررسی این نکته بود که آیا افراد مبتلا نیز مانند افراد سالم که در مطالعات قبلی نشان داده شده است از کاهش فرکانس فیدبک سود خواهند برد.

## مواد و روش ها

افراد شرکت کننده در مطالعه تجربی حاضر ۱۶ فرد مبتلا به آسیب یک طرفه مغزی بدنبال سکته مغزی (مرحله حاد و تحت حاد: زیر ۶ ماه) بودند که در محدوده سنی ۶۵-۳۵ سال قرار داشتند<sup>[۱۴]</sup>. افرادی که واجد خصوصیات ذیل بودند از مطالعه خارج شدند: اختلال شناختی یا نمره آزمون کوتاه وضعیت ذهنی<sup>۲۴</sup> پایین تر از ۲۵، علائم بالینی دوطرفه<sup>[۱۵]</sup> آسیب عصب محیطی در اندام فوقانی سمت سالم، همچنین هر گونه شکستگی یا بیماری التهابی حاد در اندام فوقانی سمت سالم. افراد در صورت رضایت و کسب نمره مورد نظر در آزمون کوتاه وضعیت ذهنی وارد مطالعه شدند. سپس شرکت کنندگان بطور تصادفی در دو گروه ۸ نفره (گروه ۱ و ۲) جای گرفتند. به گروه ۱ فیدبک با فرکانس ۱۰۰٪ (دریافت فیدبک بعد از هر تلاش)، و به گروه ۲ با فرکانس ۲۵٪ (دریافت فیدبک بعد از هر ۴ تلاش) ارائه شد. فیدبک ارائه شده به بیمار در واقع میزان نیروی گریپ تولید شده توسط بیمار بود که بعد از انجام هر تلاش بصورت عدد لاتین روی صفحه نمایشگر دستگاه نقش می بست و به شکل فیدبک بینایی در اختیار هر فرد قرار می گرفت. در مطالعه حاضر از دستگاه Digital Analyser Myometer ساخت کشور انگلستان، شرکت MIE Medical Research Ltd استفاده شد. تکلیف مورد نظر بازسازی ۳۰٪ و ۶۰٪ بیشترین میزان نیروی گریپ هر فرد بود. برای این منظور در شروع آزمون ابتدا بیشترین میزان نیروی گریپ هر فرد در اندام سالم با استفاده از دینامومتر تعیین شد. این کار سه بار تکرار شده و عدد بزرگتر به عنوان بیشترین میزان نیروی گریپ برای هر فرد ثبت گردید. سپس ۳۰٪ و ۶۰٪ بیشترین میزان گریپ هر فرد برای وی محاسبه و به عنوان نیروی هدف<sup>۲۵</sup> برای هر فرد بطور جداگانه ثبت گردید. قبل از انجام هر تلاش نیروی هدف بطور کلامی به فرد ارائه شده و بلافاصله بعد از انجام گریپ، نیروی تولید شده<sup>۲۶</sup> توسط بیمار، از طریق دستگاه، به عنوان فیدبک آگاهی از نتیجه در اختیار فرد قرار گرفت. حدود ۱۰ ثانیه بعد از اتمام تلاش اول، فرد تلاش دوم را انجام می داد. شرکت کنندگان مرحله کسب مهارت را در ۶ بلوک انجام دادند. هر بلوک شامل هشت تلاش بود که به ترتیب در چهار تلاش اول فرد ۳۰٪ و در چهار تلاش دوم ۶۰٪ بیشترین میزان گریپ را تولید می کرد و در هر تکرار تلاش می کرد تا میزان خطا در بازسازی نیرو را کاهش دهد. سپس ۲۴ ساعت بعد، در مرحله یادگیری مهارت، تست ابقا<sup>۲۷</sup> انجام شد. این تست در دو گروه با شرایط مشابه با یکدیگر و مشابه با بلوک های تمرین ولی بدون دریافت فیدبک انجام گرفت. این مرحله شامل ۸ تلاش برای هر گروه بود. در تحقیق حاضر متغیر وابسته اولیه اختلاف بین نیروی هدف و نیروی تولید شده توسط هر فرد بدون توجه به جهت خطا

<sup>24</sup> Mini-mental state examination test

<sup>25</sup> Target force

<sup>26</sup> Actual force

<sup>27</sup> Retention test

می‌باشد که "خطای مطلق"<sup>28</sup> نام دارد. متغیر وابسته دیگر "خطای متغیر"<sup>29</sup> است که در واقع انحراف معیار میانگین هر ۸ خطا در هر بلوک برای هر فرد است و نشان دهنده میزان پراکندگی نیروهای تولید شده از میانگین آنها می‌باشد و از آن به عنوان معیاری برای بررسی "پایداری در پاسخ"<sup>30</sup> استفاده شد. متغیر دیگر "خطای کل"<sup>31</sup> نام دارد که از آن برای بررسی "دقت" در پاسخ استفاده شده و به روش زیر محاسبه میشود.

$$2(\text{خطای متغیر}) + 2(\text{خطای مطلق}) = \sqrt{\text{خطای کل}}$$

سپس به کمک نرم افزار آماری SPSS نسخه ۱۶، آزمون کولموگروف اسمیرنوف جهت بررسی نرمال بودن توزیع متغیرها، آزمون t زوجی در هر گروه برای بررسی اختلاف بین میانگین‌های خطای مطلق، خطای متغیر و خطای کل در بازسازی نیرو، در هر دو مرحله کسب مهارت و یادگیری مهارت، انجام شد. آزمون t مستقل برای مقایسه میانگین‌های دو گروه در بلوک آخر تمرین در مرحله کسب مهارت و نیز در تست ابقا در مرحله یادگیری مهارت انجام گرفت. همچنین در این مطالعه از مدل ترکیبی دو فاکتوری آنالیز واریانس برای بررسی اثر بلوک تمرین (متغیر درون گروهی) و فرکانس فیدبک (متغیر بین گروهی) و نیز تعامل بلوک تمرین با فرکانس در هر دو مرحله کسب مهارت و یادگیری مهارت استفاده شد. برای بررسی ارتباط احتمالی بین متغیرها نیز، از آزمون همبستگی پیرسون استفاده گردید.

### یافته ها

در مجموع ۱۶ فرد مبتلا به سکتة مغزی ایسکمیک در مطالعه حاضر شرکت نمودند که مشخصات آنها به تفکیک گروه در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱: شاخص‌های فردی نمونه‌ها در دو گروه (n=۱۶)

گروه	سن (سال)	قد (سانتیمتر)	وزن (کیلوگرم)	زمان گذشته از سکتة (ماه)	*MMSE
۱۰۰٪ فیدبک (۸ نفر)	۵۶/۸ ± ۶/۸	۱۶۸/۸ ± ۹	۷۴/۸ ± ۸	۲/۲ ± ۱	۲۷/۸ ± ۱/۸
۲۵٪ فیدبک (۸ نفر)	۵۸/۲ ± ۶/۵	۱۷۰/۶ ± ۷/۲	۷۴/۴ ± ۱۲	۲ ± ۱/۶	۲۸/۲ ± ۱/۶

\*MMSE: Mini-mental state examination

همانگونه که در نمودار ۱ نشان داده شده است هر دو گروه صرف نظر از فرکانس فیدبک، بهبودی در انجام تکلیف مورد نظر را بصورت کاهش خطا در بازسازی نیرو با سپری شدن مراحل تمرین نشان داده اند. اما بررسی کاهش خطا با آزمون تحلیل واریانس در هر دو مرحله کسب و یادگیری مهارت نشان دهنده معنی دار نبودن کاهش خطا در گروه ۱۰۰٪ فیدبک بود. این مقایسه در گروه ۲۵٪ فیدبک نشان دهنده کاهش معنی دار میزان خطای متغیر ( $p \leq 0/004$ ) و خطای کل ( $p \leq 0/016$ ) در مرحله کسب مهارت، و نیز کاهش معنی دار میزان خطای متغیر ( $p \leq 0/001$ ) در مرحله یادگیری مهارت بود. این مقادیر در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲: مقایسه مقادیر خطای مطلق خطای متغیر و خطای کل بین بلوک اول و بلوک آخر در مرحله کسب مهارت (n=۱۶)

گروه	متغیر	اختلاف میانگین و انحراف معیار	مرحله کسب مهارت	P
۱۰۰٪ فیدبک (۸ نفر)	خطای مطلق	۱۶/۰۴ ± ۱۰/۵	مرحله کسب مهارت	۰/۱۰۰
	خطای متغیر	۱۰/۹۳ ± ۷/۹		۰/۰۸۰
	خطای کل	۱۹/۰۸ ± ۱۳/۱		۰/۰۹۳
۲۵٪ فیدبک (۸ نفر)	خطای مطلق	۶/۴۹ ± ۳/۶	مرحله کسب مهارت	۰/۱۵
	خطای متغیر	۷ ± ۴/۶۵		۰/۰۰۴*
	خطای کل	۷/۴ ± ۶/۷		۰/۰۱۶*

<sup>28</sup> Absolute error

<sup>29</sup> Variable error

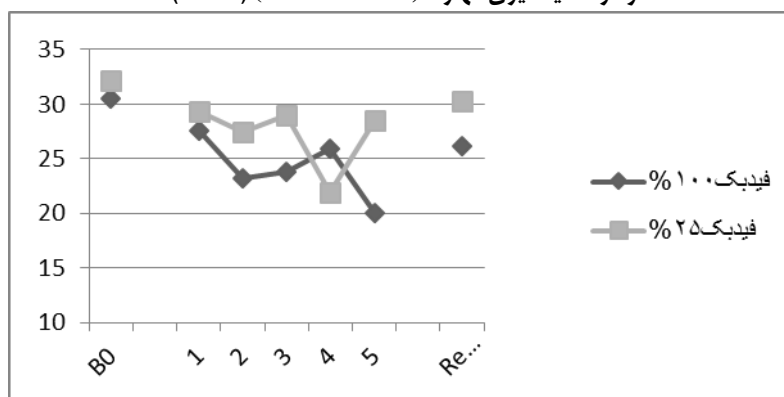
<sup>30</sup> Response consistency

<sup>31</sup> Total error

جدول ۳: مقایسه مقادیر خطای مطلق خطای متغیر و خطای کل بین بلوک اول و بلوک ابقا در مرحله یادگیری مهارت (n=۱۶)

P	اختلاف میانگین و انحراف معیار	متغیر	گروه
۰/۵۱	۱۸/۲۴±۴/۴	خطای مطلق	۱۰۰٪ فیدبک (۸ نفر)
۰/۷۱	۱۴/۶۳±۲	خطای متغیر	
۰/۵۷	۲۲/۹۵±۴/۸	خطای کل	
۰/۶۸	۱۲/۲۸±۱/۸	خطای مطلق	۲۵٪ فیدبک (۸ نفر)
۰/۰۰۱*	۸/۹±۴/۷۵	خطای متغیر	
۰/۱۹	۱۲/۳۲±۶/۲	خطای کل	

نمودار ۱: میانگین خطای مطلق بازسازی نیرو به نیوتن در دو گروه در طول بلوک‌های تمرین در مرحله کسب مهارت (B0-5)، و مرحله یادگیری مهارت (retention test) (n=۱۶)



در مقایسه بین گروه‌ها با آزمون t مستقل در مرحله کسب مهارت، گروه ۱۰۰٪ فیدبک بطور معنی داری در هر سه متغیر خطای مطلق (۰/۰۳۵)، خطای متغیر (p ≤ ۰/۰۵۸) و خطای کل (p ≤ ۰/۰۳۹)، نتیجه بهتری نسبت به گروه ۲۵٪ فیدبک نشان داد. اما در مرحله یادگیری مهارت مقایسه این مقادیر بین دو گروه در هیچیک از متغیرها معنی دار نبود. این مقادیر در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۴: مقایسه میانگین خطای بین دو گروه در مرحله کسب و یادگیری مهارت (n=۱۶)

p	گروه ۲۵٪ فیدبک	گروه ۱۰۰٪ فیدبک	متغیر
۰/۰۳۵*	۲۸/۵ ± ۵/۵۶	۲۰ ± ۸/۵۸	خطای مطلق
۰/۰۵۸	۱۶/۴ ± ۳/۸۷	۱۲/۲ ± ۴/۲۲	خطای متغیر
۰/۰۳۹*	۳۲/۴ ± ۵/۹۹	۲۳/۶ ± ۹/۲۴	خطای کل
۰/۴۴۵	۳۰/۳ ± ۱۲/۸۰	۲۶/۲ ± ۷/۲۷	خطای مطلق
۰/۱۵۶	۱۴/۵ ± ۴/۵۹	۱۸/۱ ± ۵/۱۰	خطای متغیر
۰/۷۵۶	۳۳/۷ ± ۱۳/۳۵	۳۱/۹ ± ۸/۷۸	خطای کل

\*p<۰/۰۵

نتایج حاصل از مدل ترکیبی نیز نشان دهنده اثر معنی دار بلوک تمرین بر کاهش خطای متغیر (p=۰/۰۰۳) و خطای کل (p=۰/۰۵۳) بوده است. در حالیکه تعامل اثر بلوک و گروه (فرکانس فیدبک) در هیچیک از دو گروه معنی دار نبود (p>۰/۰۵). در بررسی نتایج حاصل از آزمون همبستگی نیز، همبستگی معنی داری بین فرکانس ارائه فیدبک و میانگین خطای مطلق، خطای متغیر و خطای کل مشاهده نشد (p>۰/۰۵).

## بحث

## مرحله کسب مهارت

به نظر می‌رسد یافته‌ها در این مرحله با فرضیه هدایتی همخوانی دارد که بیان می‌کند ارائه فیدبک آگاهی از نتیجه بعد از هر تلاش اثر هدایتی در بهبود اجرای حرکت در مرحله تمرین دارد. در تحقیق حاضر نیز گروه ۱۰۰٪ فیدبک در بلوک‌های تمرین تکلیف مورد نظر را با خطای کمتر و دقت بیشتر نسبت به گروه ۲۵٪ انجام داده است.

همچنین یافته‌ها موید این مطلب است که ارائه فیدبک بعد از هر تلاش در گروه ۱ با فرکانس ۱۰۰٪ در مرحله تمرین احتمالاً باعث کاهش پایداری در پاسخ شده؛ احتمالاً به این دلیل که فرد تلاش می‌کند حتی خطاهای کوچک را نیز که ناشی از تنوع‌پذیری ذاتی در سیستم حرکتی خود است، اصلاح کند<sup>[۱۶]</sup>. در گروه ۲ که فیدبک را با فرکانس کمتر دریافت کردند، هرچند تکلیف مورد نظر را با خطای بیشتری نسبت به افراد گروه ۱ انجام دادند اما بهبودی معنی‌داری را در پایداری در پاسخ در مرحله کسب مهارت و نیز مرحله یادگیری نشان دادند. این نتیجه از جهاتی سازگار با نتیجه‌ایست که Winstein و همکاران به‌دست آوردند که در آن شرکت‌کنندگان در دو گروه با فرکانس فیدبک ۱۰۰٪ و ۶۷٪ یک الگوی حرکتی تعریف شده دست را بازسازی می‌کردند. گروهی که فیدبک را با فرکانس کمتر دریافت کرد، هم در افراد سالم و هم در افراد با سکنه مغزی، افزایش پایداری در پاسخ را در مرحله کسب و یادگیری مهارت نشان دادند<sup>[۱۵]</sup>. به‌طور کلی با توجه به معنی‌دار بودن اختلاف میانگین‌های دو گروه در بلوک آخر تمرین در مرحله کسب مهارت و نیز پایین‌تر بودن میانگین خطاها (مطلق، متغیر و کل) در گروه ۱۰۰٪ فیدبک این نتیجه به‌دست آمد که در افراد مبتلا به سکنه مغزی، دریافت فیدبک با فرکانس بالا باعث افزایش بیشتر دقت و پایداری در پاسخ، در تکلیف بازسازی نیرو در مرحله کسب مهارت، نسبت به گروه با فرکانس پایین می‌شود. (در مطالعه حاضر هر چند افراد گروه ۲ به‌طور کلی پایداری در پاسخ بهتری را نسبت به گروه ۱ نشان دادند اما در بلوک آخر تمرین که در این تحقیق از آن برای بررسی و مقایسه نتایج مرحله کسب مهارت استفاده شد، گروه ۱ نتیجه بهتری را نشان داد). این یافته با مطالعه Thomas و همکاران که در آن از یک تکلیف وضعیتی خطی دست در ۳ گروه با فرکانس‌های ۱۰۰٪، ۶۷٪ و ۳۳٪ در افراد مبتلا به ضایعه مغزی استفاده شد همخوانی دارد که نشان داد افراد مبتلا به آسیب مغزی در مرحله تمرین بطور معنی‌داری نتایج بهتری را با فرکانس بالاتر فیدبک نسبت به گروه با فرکانس پایین آن کسب کردند<sup>[۱۷]</sup>.

## مرحله یادگیری مهارت

بر اساس نتایج به دست آمده، تمرین تولید نیروی مشخص گریپ با شرایط انجام شده در این بررسی با فرکانس‌های ۲۵ و ۱۰۰ درصد آگاهی از نتیجه در بیماران مبتلا به سکنه مغزی منجر به بروز اثرات پایدار در یادگیری تکلیف مورد نظر نشده است. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که انجام تمرین تولید نیروی معین گریپ در بیماران، اگرچه سبب بروز اثرات گذاری یادگیری در مرحله کسب مهارت می‌گردد، اما تمرین این تکلیف در هر دو فرکانس مورد بررسی احتمالاً تأثیری بر اثر طولانی مدت یادگیری ندارد. نتایج در این مرحله نیز با نتیجه مطالعه Thomas و همکاران همخوانی دارد که در آن هیچ تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های با فرکانس مختلف در مرحله یادگیری مهارت مشاهده نشد. علاوه بر این در تحقیق Winstein نیز بین دو گروه با فرکانس متفاوت تفاوت معنی‌داری در مرحله یادگیری مهارت مشاهده نشد اما گروهی که فیدبک را با فرکانس پایین‌تر دریافت کرد نتایج بهتری را نشان داد.

در تناقض با تحقیق حاضر نیز در مطالعه‌ای توسط Saladin و همکاران گزارش شد که افراد مبتلا به سکنه مغزی که یک تکلیف ایزومتریک تولید نیرو را با فرکانس فیدبک کاهش یافته (۵۰٪) انجام می‌دهند بطور معنی‌داری نتایج بهتری نسبت به گروه با فرکانس ۱۰۰٪ در مرحله یادگیری مهارت نشان دادند<sup>[۱۸]</sup>. همچنین در مطالعه‌ای مروری که توسط Vanvliet در سال ۲۰۰۶ صورت گرفت این نتیجه به‌دست آمد که فراهم کردن فیدبک با فرکانس کمتر از ۱۰۰٪ احتمالاً باعث افزایش بیشتر یادگیری خواهد شد که این نتایج متفاوت با یافته‌های تحقیق حاضر است<sup>[۵]</sup>.

یک دلیل برای مشاهده تفاوت‌های موجود می‌تواند این باشد که در اغلب مطالعات پیشین که در مورد اثر فرکانس فیدبک آگاهی از نتیجه در افراد سکنه مغزی انجام شد، از کاهش جزئی در فرکانس ارائه فیدبک (۶۷،۵۰٪) استفاده شده بود (۳۴،۳۳،۸). در حالیکه در مطالعه حاضر از فرکانس پایین ارائه فیدبک (۲۵٪) استفاده شده که احتمالاً با توجه به اختلالی که این افراد در مکانیسم‌های فیدبک داخلی دارند<sup>[۱۹]</sup>، این میزان فیدبک قادر به جبران این نقصان نبوده و در نتیجه این افراد از کاهش فرکانس فیدبک سود نبرده‌اند. تفاوت دیگر در این است که در تحقیق حاضر افراد مبتلا در مرحله حاد و تحت حاد که هنوز بهبودی واقعی صورت نگرفته است؛ بررسی شده‌اند. از آنجایی که در این مرحله (مراحل ابتدایی یادگیری) فیدبک‌های افزوده نقش موثرتری در یادگیری ایفا می‌کنند<sup>[۱]</sup>، این افراد نیاز بیشتری به ارائه فیدبک خارجی داشته و نتایج

بهتری را با فرکانس بالای فیدبک نشان داده‌اند. درحالی‌که در اغلب تحقیقات ذکر شده بیماران در مرحله مزمن مورد مطالعه قرار گرفتند. همچنین با توجه به این نکته که در تحقیق حاضر افراد مبتلا تکلیف مورد نظر را با دست سالم خود که از فیدبک‌های حس عمقی و لمس برخوردار بوده؛ انجام دادند اما قادر به استفاده از این فیدبک‌های درونی نبوده‌اند، این فرضیه را که آسیب مغزی متعاقب سکتة مغزی پروسه‌های درگیر در استفاده از فیدبک‌های افزوده را تحت تاثیر قرار داده و این بیماران از تمرین با کاهش فرکانس فیدبک سود نخواهند برد<sup>[۱۵]</sup> تأیید می‌کند. تفاوت دیگر می‌تواند اختلاف در دشواری تکلیف باشد. Wulf و Shea اینطور بیان کرده‌اند، با اینکه یادگیری فرد در یک تکلیف ساده، با دشوارتر کردن تمرین (مثل کاهش فرکانس فیدبک) بهبود می‌یابد اما یک تکلیف ساده برای یک فرد سالم ممکن است برای یک فرد با سکتة مغزی دشوار باشد. در یک تکلیف پیچیده ممکن است افزایش دشواری باعث افزایش یادگیری نشده و حتی باعث کاهش آن شود. بنابراین احتمالاً کاهش فرکانس فیدبک اثری مشابه با افراد سالم در افراد با سکتة مغزی نخواهد داشت<sup>[۲۰-۲۲]</sup> و این افراد از کاهش فرکانس سود نبرده‌اند.

### نتیجه گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهد افراد مبتلا به آسیب مغزی متعاقب سکتة مغزی در تمرین تولید نیروی معین گریپ در مرحله کسب مهارت، با دو فرکانس ۱۰٪ و ۲۵٪، نتایج بهتری را از تمرین با فرکانس بالاتر بدست آورده‌اند. در مرحله یادگیری مهارت بین دو گروه تفاوت معنی داری مشاهده نشد هر چند گروه با فرکانس بالا دقت بیشتر در پاسخ را نشان دادند. بر اساس نتایج بدست آمده شاید بتوان گفت که آسیب مغزی در نواحی حسی حرکتی متعاقب سکتة مغزی، بیشتر پروسه‌های درگیر در کنترل و اجرای مهارت‌های حرکتی را تحت تاثیر قرار می‌دهد تا یادگیری این مهارت‌ها را<sup>[۱۵]</sup>. مطالعات بیشتر با حجم نمونه بزرگتر، تکالیف حرکتی با درجات متفاوت دشواری و نیز افراد با سطوح مختلف اختلالات عصبی باید استفاده شود تا اثرات فرکانس فیدبک در یادگیری حرکتی در افراد مبتلا به سکتة مغزی بهتر درک شود.

### تشکر و قدردانی

این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیوتراپی مژگان رحمتی پور به راهنمایی دکتر مینو خلخالی و مشاوره دکتر اسفندیار پور و دکتر علیرضا اکبر زاده می باشد.

### منابع

- Schmidt RA, Lee TD. Motor control and learning: a behavioral emphasis. 4<sup>th</sup> edn. Champaign, IL: Human Kinetics, 2005; pp 302-304.
- Newell KM. Motor skill acquisition. Annu Rev Psychol, 1991; 42: 213-237.
- Guadangoli MA, Kohl RM. The effects of augmented feedback on motor skill learning. Motor Behavior, 2001; 33: 217-240.
- Guadangoli MA, Dornier LA, Tandy RK. Optimal length for summary knowledge of results: The influence of task related experience and complexity. Res Q Exerc Sport. 1996; 67: 239-348.
- Schmidt RA. Frequent augmented feedback can degrade learning: Evidence and interpretations. In: Stelmach GS, Requin J. Tutorial in motor neuroscience. Dordrecht. Kluwer Academic Publishers, 1991; pp 210-212.
- Lee TD, White MA, Carnahan H. On the role of knowledge of results in motor learning: Exploring the guidance hypothesis. J Motor Behav. 1990; 22: 191-208.
- Sparrow WA, Summers JJ. Performance on trials without knowledge of results (KR) in reduced relative frequency presentations of KR. J Motor Behav. 1992; 24: 197-209.
- Winstein CJ, Schmidt RA. Reduced frequency of knowledge of results enhances motor skill learning. J Exp Psychol: Learning, Memory and Cognition. 1990; 16: 677-691.
- Flinn NA, Radomski MV. Learning. In: Trombly CA, Radomski MV, eds. Occupational therapy for physical dysfunction. 5<sup>th</sup>. edn. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins. 2002; 283-297.
- Timmermans AAA, Seelen HAM, Willmann RD, Kingma H. Technology-assisted training of arm-hand skills in stroke: concepts on reacquisition of motor control and therapists guidelines for rehabilitation technology design. J Neuroeng Rehabil. 2009; 6(1): doi: 10.1186/1743-0003-6-1.
- Dijk VH, Jannink MJA, Hermens HJ. Effect of augmented feedback on motor function of the affected upper extremity in rehabilitation patients: a systematic review of randomized controlled trials. Rehabil med. 2005; 37: 202-211.

12. Hewer RL, Rehabilitation after stroke. In: Illis LS. Neurological Rehabilitation. Blackwell Scientific Publication. Oxford. 1994; 1570166.
13. Popovic DB, Popovic MB, Sinkjar T. Neurorehabilitation of upper extremities in humans with sensory-motor impairment. *Neuromodulation*. 2002; 5: 54-67.
14. Eng K, Siekierka E, Pyk P, Cheverier E, Hauser Y, Cameirao M. Interactive viso-motor therapy system for stroke rehabilitation. *Med Bio Eng Comput*. 2007;45: 901-907.
15. Winstein CJ, Merians AS, Sullivan KJ. Motor learning after unilateral brain damage. *Neuropsychologia*. 1999; 37: 975-987.
16. Rice MS, Hernandez HG. Frequency of knowledge of results and motor learning in persons with developmental delay. *Occup Ther Int*. 2006; 13(1): 35-48.
17. Thomas DM, Harro CC. Effects of relative frequency of knowledge of results on brain injured and control subjects learning a linear positioning task. *Neurology report*. 1996; 20(2): 60-62.
18. Saladin LS, Baghdady M, Nichols L. The effects of reduced relative frequency of feedback on motor learning in stroke patients. *Phys Ther*. 1994; 5:S122.
19. Boyd LA, Quaney BM, Pohl PS, Winstein CJ. Learning Implicitly: Effects of Task and Severity After Stroke. *Neurorehabil Neural Repair*. 2007;1-11. doi:10.1177/1545968307300438
20. Wulf G, McConnel N. Enhancing the learning of sport skills through external-focus feedback. *J Motor Behav*. 2002;34(2): 171 – 182.
21. Wulf G, Shea CH. Understanding the role of augmented feedback: The good, the bad, and the ugly. In: Williams AM, Hodges NJ, editors. *Skill acquisition in sport: Research, theory and practice*. London: Routledge; 2004. pp: 121 – 144.
22. Wulf G, Shea CH. Principles derived from the study of simple motor skills do not generalize to complex skill learning. *Psychomet Bull Rev*. 2002;9:185 – 211.