

PENGARUH AUDITORY BIOFEEDBACK DALAM MENINGKATKAN AKTIVASI OTOT PADA LATIHAN BEBAN

Fendy Nugroho¹, Aditya Johan Romadhon², Mashaf Fahrur Murdo Furqon^{*3}

^{1,2,3}Jurusan Fisioterapi, Politeknik Kesehatan Kemenkes Surakarta, Indonesia

^{*}Corresponding Author, e-mail: fahrurmashaf@gmail.com

Abstrak

Latar belakang : Penggunaan *biofeedback* pada program latihan dapat memberikan umpan balik visual ataupun auditori secara langsung sehingga kebutuhan aktivasi otot dapat dipantau dan dijaga guna menghasilkan kontraksi otot yang lebih efisien, sehingga penggunaan energi dan kontraksi lebih selektif pada otot yang dilatih, selain itu penggunaan *biofeedback* juga memberikan motivasi saat berlatih, *biofeedback* dapat menampilkan perubahan pola aktivasi otot seperti onset dan puncak kontraksi beberapa otot saat mengangkat beban, permasalahan yang sering muncul dalam latihan beban adalah besarnya kokontraksi antara otot agonis dan antagonis, hal ini sering menyebabkan penurunan efisiensi energi dan gangguan pola gerak yang ditunjukkan dengan gerakan kompensasi saat mengangkat beban, kokontraksi otot agonis dan antagonis sangat tinggi pada orang awam saat latihan beban, kokontraksi agonis dan antagonis menurun seiring dengan meningkatnya kontrol motorik **Tujuan :** Mengetahui pengaruh penggunaan *auditory biofeedback* dalam meningkatkan aktivasi selektif otot pectoralis pada latihan beban *dumbbell chest press* **Metode :** Rancangan penelitian berupa observasi *cross sectional* pada 50 subjek usia remaja, *surface electromyograph* (sEMG) dipasangkan pada otot pectoralis untuk memantau nilai aktivasi otot selama latihan beban berupa *dumbbell chest press*, sesi pertama dilakukan latihan *dumbbell chest press* tanpa *feedback* auditori namun sEMG tetap terpasang dan hasil aktivasi otot terpantau oleh operator sEMG, sedangkan pada sesi kedua latihan *dumbbell chest press* disertai *feedback* auditori, hasil aktivasi otot pectoralis berdasar perekaman sEMG antara latihan *dumbbell chest press* tanpa *feedback* auditori dan dengan *feedback* auditori selanjutnya dibandingkan **Hasil :** Nilai aktivasi otot pectoralis saat melakukan latihan *dumbbell chest press* tanpa *feedback* auditori didapatkan nilai rerata $63.38 \pm 23.48 \mu V$ sedangkan saat digunakan *feedback* auditori didapatkan rerata $82.55 \pm 26.72 \mu V$, dengan nilai signifikansi sebesar $p < 0.001$ **Kesimpulan :** Nilai rerata aktivasi otot pectoralis lebih tinggi pada penggunaan *feedback* auditori dibanding tanpa menggunakan *feedback* auditori, sehingga aktivasi otot pectoralis lebih tinggi saat menggunakan *feedback* auditori dalam latihan beban dibanding tanpa *feedback* auditori.

Kata kunci: *Auditory Biofeedback, Aktivasi Otot, Latihan Beban.*

Abstract

Background: The use of *biofeedback* in training programs can provide direct visual or auditory feedback so that muscle activation needs can be monitored and maintained to produce more efficient muscle contractions. This makes energy use and contractions more selective in the muscles being trained. In addition, the use of *biofeedback* also provides motivation during exercise. *Biofeedback* can display changes in muscle activation patterns such as onset and peak contraction of several muscles during weightlifting. A common problem in weight training is the magnitude of co-contraction between agonist and antagonist muscles, which often leads to decreased energy efficiency and disrupted movement patterns, indicated by compensatory movements during lifting. Co-contraction of agonist and antagonist muscles is very high in beginners during weight training and decreases as motor control improves. **Objectives:** To determine the effect of using *auditory biofeedback* in increasing selective activation of the

*pectoralis muscle during dumbbell chest press weight training. **Methods:** The study design was a cross-sectional observation involving 50 adolescent subjects. Surface electromyography (sEMG) was attached to the pectoralis muscle to monitor muscle activation values during dumbbell chest press exercise. In the first session, the dumbbell chest press was performed without auditory feedback, but the sEMG remained attached and muscle activation results were monitored by the sEMG operator. In the second session, the dumbbell chest press was performed with auditory feedback. The results of pectoralis muscle activation based on sEMG recordings between exercises without and with auditory feedback were then compared. **Results:** The pectoralis muscle activation value during dumbbell chest press without auditory feedback had an average value of $63.38 \pm 23.48 \mu V$, whereas with auditory feedback the average was $82.55 \pm 26.72 \mu V$, with a significance value of $p < 0.001$. **Conclusion:** The average value of pectoralis muscle activation is higher when using auditory feedback compared to without it. Therefore, pectoralis muscle activation is greater when auditory feedback is used in weight training than without auditory feedback.*

Keywords: Auditory Biofeedback, Muscle Activation, Weight Training.

PENDAHULUAN

Penggunaan *biofeedback* pada program latihan dapat memberikan umpan balik visual ataupun auditori secara langsung sehingga kebutuhan aktivasi otot dapat dipantau dan dijaga guna menghasilkan kontraksi otot yang lebih efisien, sehingga penggunaan energi dan kontraksi lebih selektif pada otot yang dilatih, selain itu penggunaan *biofeedback* juga memberikan motivasi saat berlatih, *biofeedback* dapat menampilkan perubahan pola aktivasi otot seperti onset dan puncak kontraksi beberapa otot saat mengangkat beban, permasalahan yang sering muncul dalam latihan beban adalah besarnya kokontraksi antara otot agonis dan antagonis, hal ini sering menyebabkan penurunan efisiensi energi dan gangguan pola gerak yang ditunjukkan dengan gerakan kompensasi saat mengangkat beban, kokontraksi otot agonis dan antagonis sangat tinggi pada orang awam saat latihan beban, kokontraksi agonis dan antagonis menurun seiring dengan meningkatnya kontrol motorik. *Biofeedback* merupakan teknologi elektronik yang digunakan untuk menangkap sinyal fisiologis tubuh kemudian di konversi menjadi data yang memungkinkan untuk dilakukan analisis fungsional jaringan tubuh, penggunaan *biofeedback* banyak ditemukan dalam institusi pendidikan dan rehabilitasi medik, khususnya *electromyograph biofeedback* yakni *biofeedback* yang menangkap sinyal aktivitas listrik otot yang dikonversi menjadi data berupa nilai kontraksi dalam satuan *microvolt* (μV)(1).

Biofeedback dianggap sebagai tehnik pendekatan psikofisiologis dalam latihan, baik pada bidang rehabilitasi ataupun olahraga, tujuan tehnik pendekatan ini adalah untuk mendapatkan kontrol gerakan atau aktivasi kontraksi otot selama berlatih secara selektif, selain memberikan dampak positif terhadap faktor fisik *biofeedback* juga memberikan dampak positif terhadap faktor psikologis seperti peningkatan konsentrasi, rasa percaya diri dan kontrol emosi (2)

Dalam bidang rehabilitasi *biofeedback* digunakan untuk meningkatkan performa kontrol motorik, sehingga gerakan atau kontraksi otot menjadi lebih selektif dan minimal kompensasi otot, selain itu dapat digunakan untuk memonitor kesesuaian kontraksi dan rileksasi yang dibutuhkan dalam melakukan program latihan (3), selain itu dalam rehabilitasi *biofeedback* terhadap tekanan persendian mampu meningkatkan stabilitas sendi, proprioseptif persendian yang berdampak pada penurunan nyeri pasien low back pain (4)

Manfaat penggunaan *biofeedback* dalam program penguatan otot diantaranya adalah kontrol respon fisiologis otot dan faktor psikologis seperti motivasi, penggunaan *biofeedback* pada program latihan akan memberikan umpan balik visual dan auditori secara langsung sehingga atlet dapat memantau, menjaga dan melakukan kontrol kontraksi otot yang sesuai, selain itu penggunaan *biofeedback* juga mampu memberikan motivasi pada atlet saat berlatih(5).

Feedback atau umpan balik visual dan auditori umum digunakan, pada beberapa penelitian penggunaan *feedback* auditori lebih meningkatkan fasilitasi integrasi sensoris, kontrol motorik dalam pembelajaran gerak, waktu reaksi terhadap stimulus dan akurasi kontrol otot postural dibanding *feedback* visual(10). Ketika *feedback* visual digunakan dengan menampilkan perubahan *Center of Pressure* (COP) pada aktivitas statis berdiri terjadi peningkatan kontrol postural ditunjukkan dengan penurunan *postural sway*, namun kemampuan kontrol postural menurun ketika *feedback* visual dihentikan, berbeda dengan *feedback* auditori, perubahan volume suara dan frekuensi terhadap perubahan COP dalam menjaga kontrol postural meskipun *feedback* auditori dihentikan kontrol postural masih tetap terjaga(11).

Pada klinis *biofeedback* terbukti memiliki manfaat pada pasien gangguan neuromuskular, teknologi *biofeedback* kerap digunakan dalam layanan fisioterapi pada pasien gangguan motorik seperti stroke, kelemahan otot, gangguan motorik pasca bedah, inkontinensia urin dan fekal, berkembangnya teknologi dan metode pendekatan *biofeedback* terbukti efektif sebagai tambahan atau pendamping terapi untuk latihan kompleks *task oriented activities* seperti latihan jalan dan latihan fungsional tangan(12).

Di Indonesia penggunaan *biofeedback* sebagai teknologi dalam olahraga ataupun layanan terapi masih terbatas pada kota besar, selain itu teknik-teknik pendekatan penggunaan *biofeedback* belum banyak berkembang, sehingga bukti efektivitas dan potensi manfaat *biofeedback* perlu untuk dikaji dan diteliti lebih lanjut, hal tersebut dianggap sebagai urgensi penelitian oleh penulis untuk mendapatkan lebih banyak bukti efektivitas dan potensi manfaat *biofeedback*.

METODE

Penelitian ini merekrut 50 subjek remaja sehat yang rutin melakukan olahraga intens minimal 1 jam dalam rentang 1 minggu, subjek yang terekrut dilakukan uji pembebanan guna mencari besaran beban angkatan yang didasarkan pada 85% dari 1 repetisi maksimal, pada hari berikutnya dilakukan latihan pembebanan berupa *dumbbell chest press* dengan intensitas pembebanan 85% dari 1 repetisi maksimal, pada sesi pertama dilakukan latihan *dumbbell chest press* tanpa menggunakan *feedback* auditori namun sEMG tetap terpasang dan terpantau oleh operator, sedangkan pada sesi kedua pada hari selanjutnya dilakukan latihan *dumbbell chest press* menggunakan *feedback* auditori. Teknologi *biofeedback* yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan modalitas *feedback therapy* merk enraf nonius myomed 632x dengan nomor seri 12151 yang dapat memberikan umpan balik visual dan sensoris, elektrode rekam dipasangkan pada perut otot pectoralis pars sternum dengan cara membuat garis vertikal tegak lurus pada pertengahan tulang clavicula dan garis horizontal tegak lurus pada pertengahan sternum, titik singgung kedua garis merupakan tempat menempatkan elektrode rekam. Penerapan sEMG dengan *feedback* auditori melewati pengaturan threshold kontraksi yang ditetapkan pada besaran nilai 40 μV , secara teknis *feedback* auditori dapat didengar oleh subjek saat aktivasi otot pectoralis melebihi 40 μV .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Tabel 1 nilai rerata aktivasi otot pectoralis saat sesi pertama yakni melakukan latihan *dumbbell chest press* tanpa *feedback* auditori didapatkan $63.38 \pm 23.48 \mu V$, sedangkan pada sesi kedua dengan penggunaan *feedback* auditori didapatkan $82.55 \pm 26.72 \mu V$

Tabel 1. Karakteristik Aktivasi Otot *Pectoralis*

EMG Pectoralis (μV)	Rerata	Standar deviasi	Minimum	Maksimum
Sesi-1 (Pre)	63.38	23.48	23.70	117
Sesi-2 (Post)	82.55	26.72	24.80	128

Berdasarkan Tabel 2 pada uji normalitas menggunakan uji shapiro-wilk didapatkan nilai signifikansi 0.144 pada sesi pertama dan 0.18 pada sesi kedua, berdasar uji normalitas tersebut maka data dapat dikatakan data berdistribusi normal

Tabel 2. Uji Normalitas Saphiro-Wilk

EMG <i>Pectoralis</i> (μ V)	Statistic	df	Sig.	Keterangan
Sesi-1 (Pre)	0.965	50	0.144	normal
Sesi-2 (Post)	0.967	50	0.18	normal

selanjutnya berdasar Tabel 3 uji beda paired samples antara aktivasi otot pectoralis antara sesi pertama dan sesi kedua, dari hasil uji beda tersebut didapatkan nilai mean difference sebesar $19.17 \pm 20.11 \mu$ V dengan nilai signifikansi sebesar $p < 0.001$.

Tabel 3. Uji Beda Paired Samples

EMG <i>Pectoralis</i> (μ V)	Rerata	Standar Deviasi	t	df	Sig. (2-tailed)
Sesi 1 (Pre) - Sesi 2 (Post)	19,17400	20,11877	-6,739	49	0,001

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat peningkatan yang signifikan pada nilai aktivasi otot pectoralis saat latihan *dumbbell chest press* dengan menggunakan *auditory biofeedback* dibandingkan tanpa penggunaan *biofeedback*. Nilai rerata aktivasi otot meningkat dari $63,38 \pm 23,48 \mu$ V menjadi $82,55 \pm 26,72 \mu$ V dengan nilai signifikansi $p < 0,001$. Hal ini mengindikasikan bahwa *auditory biofeedback* memiliki pengaruh yang bermakna dalam meningkatkan aktivasi otot selama latihan beban.

Peningkatan aktivasi otot ini dapat dijelaskan melalui mekanisme kerja *biofeedback* yang memberikan informasi secara real-time terhadap aktivitas otot. Dengan adanya umpan balik auditori, subjek dapat secara langsung mengetahui apakah kontraksi otot yang dilakukan sudah mencapai ambang tertentu (*threshold* 40μ V), sehingga mendorong peningkatan kontrol motorik dan rekrutmen unit motorik secara lebih optimal. Hal ini sejalan dengan konsep bahwa *biofeedback* berperan dalam meningkatkan kesadaran neuromuskular (*neuromuscular awareness*) dan memperbaiki koordinasi otot.

Selain itu, penggunaan *auditory biofeedback* juga dapat mengurangi fenomena kokontraksi antara otot agonis dan antagonis yang sering terjadi pada individu non-profesional. Dengan berkurangnya kokontraksi yang tidak perlu, efisiensi gerakan meningkat dan energi yang digunakan menjadi lebih terarah pada otot target, yaitu otot pectoralis. Hal ini berdampak pada peningkatan kualitas kontraksi otot selama latihan.

Dari sisi pembelajaran motorik, feedback auditori terbukti lebih efektif dalam meningkatkan integrasi sensoris dibandingkan feedback visual. Auditory biofeedback memberikan stimulus yang cepat dan responsif, sehingga subjek dapat segera melakukan koreksi terhadap pola gerakan atau kontraksi otot. Hal ini memperkuat proses pembelajaran gerak (motor learning) dan meningkatkan kemampuan kontrol otot secara bertahap.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *auditory biofeedback* secara signifikan meningkatkan aktivasi otot pectoralis pada latihan *dumbbell chest press*. Nilai aktivasi otot yang lebih tinggi pada penggunaan *biofeedback* menunjukkan bahwa metode ini efektif dalam meningkatkan kontrol kontraksi otot dan efisiensi latihan.

Dengan demikian, *auditory biofeedback* dapat direkomendasikan sebagai metode tambahan dalam program latihan beban maupun rehabilitasi fisioterapi untuk meningkatkan aktivasi otot secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Cheung, E. Y. Y., Yu, K. K. K., Kwan, R. L. C., Ng, C. K. M., Chau, R. M. W., & Cheing, G. L. Y. (2019). Effect of EMG-biofeedback robotic-assisted body weight supported treadmill training on walking ability and cardiopulmonary function on people with subacute spinal cord injuries - A randomized controlled trial. *BMC Neurology*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12883-019-1361-z>
- de la Barra Ortiz, H. A., Matamala, A. M., Inostroza, F. L., Araya, C. L., & Mondaca, V. N. (2022). Efficacy of biofeedback in rehabilitation of musculoskeletal disorders: A systematic review. *Advances in Rehabilitation*, 36(1), 41–69. <https://doi.org/10.5114/areh.2022.113241>
- Hasegawa, N., Takeda, K., Mancini, M., King, L. A., Horak, F. B., & Asaka, T. (2020). Differential effects of visual versus auditory biofeedback training for voluntary postural sway. *PLoS ONE*, 15(12 December). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244583>
- Juul-Kristensen, B., Larsen, C. M., Eshoj, H., Clemmensen, T., Hansen, A., Bo Jensen, P., Boyle, E., & Søgaard, K. (2019). Positive effects of neuromuscular shoulder exercises with or without EMG-biofeedback, on pain and function in participants with subacromial pain syndrome – A randomised controlled trial. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 48, 161–168. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2019.07.009>
- Kibushi, B., & Okada, J. (2022). Auditory sEMG biofeedback for reducing muscle co-contraction during pedaling. *Physiological Reports*, 10(10). <https://doi.org/10.14814/phy2.15288>
- Lazaridou, A., Paschali, M., Vilsmark, E. S., Sadora, J., Burton, D., Bashara, A., & Edwards, R. R. (2023). Biofeedback EMG alternative therapy for chronic low back pain (the BEAT-pain study). *Digital Health*, 9. <https://doi.org/10.1177/20552076231154386>
- Li, G., Doman, C., & Suresh, N. L. (2019). Increase in Muscle Activation during Physiotherapy with Electromyography Biofeedback for Patients with Acute Cervical Spinal Cord Injuries*. *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS*, 5121–5124. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2019.8856982>
- Liparoti, M., & Lopez, E. T. (2021). Biofeedback in sport and education. *Journal of Human Sport and Exercise*, 16(Proc3), S922–S929. <https://doi.org/10.14198/jhse.2021.16.Proc3.09>
- MacIntosh, A., Desailly, E., Vignais, N., Vigneron, V., & Biddiss, E. (2020). A biofeedback-enhanced therapeutic exercise video game intervention for young people with cerebral palsy: A randomized single-case experimental design feasibility study. *PLoS ONE*, 15(6 June), 1–22. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234767>
- Madeleine, P., Szeto, G. P. Y., & Heredia-Rizo, A. M. (2024). Effects of biofeedback and strength training interventions on neck-shoulder sensory-motor responses among visual display unit users. A narrative review. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 79(July 2023). <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2024.102936>
- Manzur-Valdivia, H., & Alvarez-Ruf, J. (2020). Surface Electromyography in Clinical Practice. A Perspective From a Developing Country. *Frontiers in Neurology*, 11(October), 1–6. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.578829>
- Maszczyk, A., Dobrakowski, P., Żak, M., Gozdowski, P., Krawczyk, M., Małecki, A., Stastny, P., & Zajac, T. (2019). Differences in motivation during the bench press movement with progressive loads using EEG analysis. *Biology of Sport*, 36(4), 351–356. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2019.88757>
- McCraty, R. (2022). Following the Rhythm of the Heart: HeartMath Institute's Path to HRV Biofeedback. *Applied Psychophysiology Biofeedback*, 47(4), 305–316. <https://doi.org/10.1007/s10484-022-09554-2>

- Morales-Sánchez, V., Falcó, C., Hernández-Mendo, A., & Reigal, R. E. (2022). Efficacy of Electromyographic Biofeedback in Muscle Recovery after Meniscectomy in Soccer Players. *Sensors*, 22(11). <https://doi.org/10.3390/s22114024>
- Najafi, Z., Rezaeitalab, F., Yaghubi, M., & Manzari, Z. S. (2018). The Effect of Biofeedback on the Motor– Muscular Situation in Rehabilitation of Stroke Patients. *Journal of Caring Sciences*, 7(2), 89–93. <https://doi.org/10.15171/jcs.2018.014>
- Nyoman, N., Karang, M., Made, N., Dia Putri, N., & Antyesti, A. D. (2025). *Effectiveness of Pressure Biofeedback in Core Stabilization for Low Back Pain : A Literature Review*. 13(3), 552–556.
- Sukumar, B. (2024). *Impact of biofeedback-enhanced sports equipment on athlete performance : A professional analysis*. 11(5), 251–252.
- Tolu, S. (2023). Evaluation of the effectiveness of electromyographic biofeedback training in patients with patellofemoral pain syndrome. *Haydarpasa Numune Training and Research Hospital Medical Journal*, 63(1), 46–52. <https://doi.org/10.14744/hnhj.2021.90912>