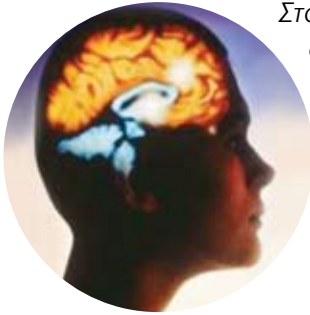


# Η βιοανάδραση (biofeedback) στην κλινική πράξη

Α' ΜΕΡΟΣ

Δ. ΓΟΥΛΕΣ<sup>1</sup>, Κ. ΜΠΑΛΑΚΑΤΟΥΝΗΣ<sup>2</sup>, Α. ΑΓΓΟΥΛΕΣ<sup>3</sup><sup>1</sup>Ρευματολόγος, Επιστ. Συνεργάτης ΕΚΠΑ, <sup>2</sup>Φυσικοθεραπευτής, <sup>3</sup>Ορθοπαιδικός χειρουργός

Στο παρόν άρθρο γίνεται σύντομη και περιεκτική ανασκόπηση της μεθόδου βιοανάδρασης ή βιολογικής ανατροφοδότησης (biofeedback). Ορίζονται οι βασικές έννοιες, οι αρχές λειτουργίας της μεθόδου, οι ενδείξεις καθώς και τα διάφορα είδη βιοανάδρασης τα οποία εφαρμόζονται στην καθημερινή κλινική πράξη. Τέλος, στο β' μέρος γίνεται επιλογή και κριτική βιβλιογραφική παρουσίαση της θεραπευτικής αξίας και της κλινικής αποτελεσματικότητας της βιοανάδρασης σε διάφορα νοσήματα με ιδιαίτερη έμφαση στις νευρο-μυοσκελετικές παθήσεις

**Όροι ευρητήριου:** βιοανάδραση, είδη, εφαρμογή, ενδείξεις, αποτελεσματικότητα.

## Εισαγωγή

Οι περισσότερες λειτουργίες του οργανισμού μας είναι ασυνείδητες ή αυτόνομες, πέραν της θέλησής μας και πολλές φορές δεν γίνονται εύκολα ή πλήρως αντιληπτές. Μπορούν όμως με ειδικά μηχανήματα να καταγραφούν, να μετρηθούν και να γίνουν έμμεσα ορατές ή ακουστές<sup>1-3</sup>. Έτσι ο ασθενής πληροφορείται, κατανοεί και συνειδητοποιεί βαθύτερα το πρόβλημά του.

Η βιοανάδραση (ΒΑ) ή βιολογική ανατροφοδότηση (biofeedback, BF) είναι η μέθοδος με την οποία διδάσκεται ο έλεγχος διαφόρων βιολογικών λειτουργιών του σώματος με τη βοήθεια ειδικών μηχανημάτων που τις καταγράφουν. Τα οπτικοακουστικά σήματα της συσκευής παρακολουθεί ο θεραπευμένος και εκπαιδεύεται να τα τροποποιήσει με εξατομικευμένες χαλαρωτικές ή φυσικές ασκήσεις προσπαθώντας να τα επαναφέρει στο φυσιολογικό ή επιθυμητό επίπεδο. Έτσι δημιουργείται μια νέα αντικειμενική σχέση μεταξύ του συμπτώματος και του ασθενούς, δηλαδή τι ο ασθενής αισθάνεται και τι δείχνει η οθόνη της συσκευής<sup>1-5</sup>.

Η σύγχρονη τεχνολογία έχει κατασκευάσει αξιόπιστα μηχανήματα που μπορούν να καταγράψουν πολύ λεπτές μεταβολές λειτουργιών του σώματος και του αυτόνομου νευρικού συστήματος, όπως ο επώδυνος μυϊκός σπασμός, η θερμοκρασία δέρματος, η αρτηριακή πίεση, ο καρδιακός ρυθμός, το άγχος κ.λπ.<sup>1-5</sup>. Η θεωρητική βάση για τη ΒΑ

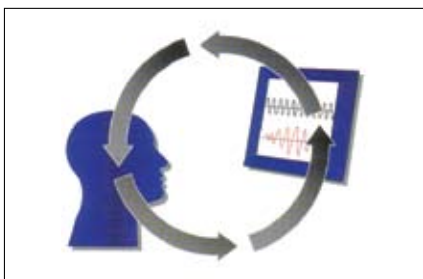
αναπτύχθηκε στις αρχές της δεκαετίας του '60, σύμφωνα με την οποία ο άνθρωπος μπορεί να ενισχύσει ή να καταστείλει μη αντιληπτά βιολογικά γεγονότα που συμβαίνουν στο σώμα του, κάτι που στο παρελθόν είχε θεωρηθεί ανέφικτο. Οι μελέτες αυτές αρχικά στηρίχθηκαν σε πειραματόζωα. Στη δεκαετία του '70 άρχισαν οι πρώτες κλινικές εφαρμογές στον άνθρωπο για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων παθήσεων ή δυσλειτουργιών<sup>2</sup>.

## Εφαρμογή - διαδικασία<sup>1-3</sup>

Η εφαρμογή της ΒΑ δεν είναι μια απολύτως παθητική διαδικασία. Χρειάζεται την ενεργό (εγκεφαλική) συμμετοχή του ασθενούς στο να εκπαιδευθεί και να ελέγχει διάφορες βιολογικές λειτουργίες και αντιδράσεις, οι οποίες είναι ασυνείδητες και αυτόνομες, όπως είναι ο μυϊκός σπασμός, η θερμοκρασία δέρματος, η αρτηριακή πίεση, ο καρδιακός ρυθμός, τα κύματα εγκεφάλου, η αναπνοή κ.λπ. Η δυσλειτουργία αυτών των βιο-λειτουργιών καταλήγει σε παθολογικά προβλήματα, είναι δε ηλεκτρονικά μετρήσιμη, την οποία αμέσως πληροφορείται ο ασθενής μέσω κλιμακούμενων ψηφιακών οπτικών ή ακουστικών σημάτων τα οποία προσπαθεί να κατευνάσει ή να τροποποιήσει με ειδικές ασκήσεις. Ο ασθενής λαμβάνει με ειδικά ηλεκτρόδια, συνδεδεμένα με το κεντρικό μηχάνημα, την τροφοδότηση των πληροφοριών (feedback) για το τι συμβαίνει στο σώμα του. Οι θέσεις το-

ποθέτησης (επικόλλησης) των ηλεκτροδίων στο δέρμα εξαρτώνται από το συγκεκριμένο νόσημα<sup>1-5</sup>.

Σε μια τυπική συνεδρία βιοανάδρασης ο ασθενής κάθεται αναπαυτικά, ενώ είναι συνδεδεμένος με επιφανειακά ηλεκτρόδια που καταλήγουν σε αισθητήρες, οι οποίοι επικοινωνούν με διάφορα σημεία. Συνήθη σημεία επιλογής είναι ο ώμος, ο αυχέννας, το κρανίο, η οσφυ, τα δάκτυλα κ.λπ. Κατά βάση η τοποθέτηση εξαρτάται από την πάθηση. Τα ηλεκτρικά ερεθίσματα από τα σημεία αυτά καταγράφονται και προβάλλονται στην οθόνη γραφικά (οπτικά π.χ. σε στήλες) ή ακουστικά (σε ήχους) τα οποία αυξομειώνονται ανάλογα με την ένταση της καταγραφόμενης λειτουργίας. Πριν από την έναρξη της συνεδρίας καταγράφονται και εκτιμώνται σε φάση ηρεμίας οι αρχικές (βασικές) παράμετροι του ασθενούς. Στόχος της εκπαιδευτικής θεραπείας με τη βιοανάδραση είναι να διδαχθεί ο ασθενής αυτοελεγχόμενες επιδεξιότητες με τις οποίες επιχειρεί την τροποποίηση της έντασης μιας βιολογικής λειτουργίας σε επιθυμητά επίπεδα. Η όλη διαδικασία διαρκεί κατά προσέγγιση 30. Ο αριθμός των συνεδριών ανά εβδομάδα και η διάρκεια της εξάσκησης είναι συνάρτηση της πάθησης και της προόδου του ασθενούς. Είναι σκόπιμο να δοκιμασθούν στον ασθενή όλα τα είδη βιοανάδρασης, ώστε να λάβει πληροφορίες από διάφορα συστήματα και οδούς. Μερικοί θεραπευτές επιμένουν ▶



**Εικόνα 1.** Η χρήση ειδικών μηχανημάτων βιοανάδρασης καταγράφει διάφορες βιολογικές λειτουργίες και τις καθιστά οπτικά ή ακουστικά αντιληπτές στον ασθενή.

στη πρακτική ενός είδους θεραπείας π.χ. του θερμικού BF για την ημικρανία. Το πολυμορφικό BF επιβεβαιώνει ότι το ανθρώπινο είδος είναι ένα πολύπλοκο δημιούργημα, όπου τα διάφορα συστήματα αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με τελικό σκοπό τη διατήρηση μιας ψυχο-πνευματικής και σωματικής ισορροπίας που στη φυσιολογία ως γνωστό ονομάζεται ομοιοστασία.

### Ενδείξεις

Αν και η ΒΑ δεν «θεωρείται» παρεμβατική θεραπευτική μέθοδος, εντούτοις εκπαιδεύει και μπορεί να βοηθήσει ή και να απαλλάξει αρκετά άτομα με τις παρακάτω παθήσεις<sup>1-10</sup>, όπως είναι:

- Ο χρόνιος πόνος, συμπεριλαμβανομένου του πόνου από αρθρίτιδα και από μυϊκό σπασμό, οσφυαλγία, αυχεναλγία κ.λπ.
- Η κεφαλαλγία τάσεως ή η ημικρανία.
- Σε μερικούς ασθενείς με υπέρταση, αρρυθμία ή με φαινόμενο Raynaud.
- Το σύνδρομο σπασμού μασπητήρων και κροταφογναθικής άρθρωσης.
- Η ενδυνάμωση και η επανεκπαίδευση των μυών μετά από τραύμα, χειρουργικές επεμβάσεις και νοσήματα του νευρικού συστήματος.
- Το άσθμα, όπου μπορεί ενδεχομένως να ελέγξει το βρογχικό σπασμό και να μειώσει τη σοβαρότητα των κρίσεων.
- Το στρες, το άγχος, η αύπνια, η κόπωση και η κατάθλιψη.
- Τα λειτουργικά σύνδρομα του πεπτικού (δυσπεψία, έλκος, υπεροξύτητα στομάχου, ευερέθιστο κόλον).
- Ο έλεγχος της ακράτειας ούρων και



**Εικόνα 2.** Ένα από τα πολύαριθμα μηχανήματα βιοανάδρασης.

ενδεχομένως του εντέρου.

- Η υποβοήθηση ορισμένων ατόμων να ξεπεράσουν τον αλκοολισμό και την εξάρτηση από «ουσίες».

### Είδη βιοανάδρασης

#### Ηλεκτρομυογραφικό BF (ΗΜΓ-BF, EMG-BF)

Το ηλεκτρομυογραφικό (ΗΜΓ-BF) έκτος των άλλων παθήσεων ενδείκνυται στην αντιμετώπιση των νευρομυϊκών και των μυοσκελετικών συνδρόμων. Συνίσταται στην καταγραφή της ηλεκτρομυογραφικής δραστηριότητας του μυός με εξωτερικό κύκλωμα (βιοανάδρασης) με στόχο την τροποποίηση του τελικού κινητικού κυκλώματος<sup>3,5</sup>. Δηλαδή, οι συσκευές του ΗΜΓ-BF καταγράφουν σε κλίμακα τα δυναμικά ενεργείας των μυών και αποδίδουν οπτικοακουστικά σήματα τέτοια που χαρακτηρίζουν με σαφήνεια την ένταση της μυϊκής δραστηριότητας, τόσο κατά την ενεργητική σύσπαση όσο και κατά τη χαλάρωση<sup>4,5</sup>.

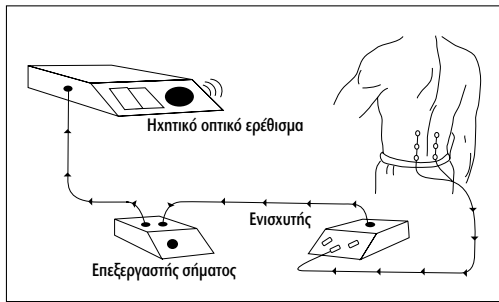
Τα χρησιμοποιούμενα ηλεκτρόδια είναι δύο ειδών, τα υποδερμικά μονοπολικά ηλεκτρόδια (βελόνες) και τα επιφανειακά ηλεκτρόδια με ακροδέκτες μιας χρήσης των οποίων η μεταλλική επιφάνεια αποτελείται από κλωριούχο άργυρο. Το μειονέκτημα των επιφανειακών ηλεκτροδίων είναι ότι καταγράφουν συνήθως τη μυϊκή δραστηριότητα ομάδας μυών και όχι ενός μεμονωμένου μυός. Γι' αυτό πρέπει να χρησιμοποιούνται μικρής διάστασης ηλεκτρόδια τοποθετούμενα ακριβώς πάνω από το μυ που μας ενδιαφέρει. Η θεραπεία με ΒΑ διευκολύνει την τροποποίηση της λειτουργίας μυών είτε με την έννοια

της αύξησης της έντασης της συστολής παρετικών μυών είτε της χαλάρωσης των σπαστικών μυών είτε της αποκατάστασης και ευόδωσης συνεργασίας ομάδας μυών π.χ. αγωνιστών-ανταγωνιστών<sup>1,5</sup>. Το ΗΜΓ-BF μετρά και προβάλλει τη δραστηριότητα (υπερτονία, σπαστικότητα) διαφόρων μυών, όπως του τραπεζοειδούς, του πρόσθιου κροταφικού, των αυχενικών, των οσφυϊκών μυών κ.λπ.<sup>6</sup> Η σύσπαση των μυών μετράται σε microvolts (μV), η τιμή των οποίων συνήθως κυμαίνεται από 5-40μV. Ο θεραπευτικός στόχος είναι να επιτύχουμε τιμές μεταξύ 1-2,5μV. Πριν από κάθε ενέργεια καθαρίζεται καλά το δέρμα και επικολλώνται τα ηλεκτρόδια με ειδικό ζελέ. Οι ακροδέκτες είναι ειδικής κατασκευής από αμάγαλμα ασημιού ή χρυσού.

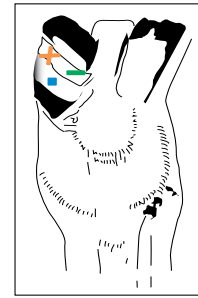
#### Θερμικό BF (Thermal BF)

Με το θερμικό BF μετράται η θερμοκρασία με αισθητήρες που τοποθετούνται στον παράμεσο δάκτυλο. Η θερμοκρασία δείχνει πόσο αίμα φθάνει στα δάκτυλα, γεγονός που καθορίζεται από τη σύσπαση ή μη των λείων μυϊκών ινών των επιχώριων αγγείων. Όταν οι μύες αυτοί βρίσκονται σε σύσπαση στενεύει ο αγγειακός αυλός και πέφτει αντίστοιχα η θερμοκρασία<sup>7</sup>. Η ψυχρότητα αυτή γίνεται αισθητή στα δάκτυλα όταν είμαστε σε κατάσταση στρες, σε οργανικά και λειτουργικά νοσήματα. Δεν είναι ασύνηθες σε διάφορες παθήσεις η θερμοκρασία των δακτύλων να κατέρχεται στους 21-32°C, ούτε είναι σπάνιο να υφίσταται μια διαφορά θερμοκρασίας -19° με -12°C μεταξύ δεξιού και αριστερού χεριού. Μερικοί κλινικοί πιστεύουν ότι αν υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των χεριών, αυτό υποδηλώνει μια ανισορροπία μεταξύ αριστερού και δεξιού εγκεφαλικού ημισφαιρίου. Ο θεραπευτικός στόχος είναι να επιτύχουμε εξομείωση των θερμοκρασιών μεταξύ δεξιού και αριστερού χεριού και αύξηση του επιπέδου θερμοκρασίας που να κυμαίνεται μεταξύ 34,4-37°C.

Η θερμική βιοανάδραση έχει αναφερθεί στη βιβλιογραφία ως επικουρικό μέσο για τη μείωση της διαλείπουσας χωλότητας σε ασθενείς με διαβήτη, μέσω



**Εικόνα 3.** ΗΜΓ βιοανάδραση. Τα ηλεκτρόδια καταγράφουν τη μυϊκή τάση των ιερονωτιαίων και μέσω του ενισχυτή και του επεξεργαστή σήματος, το μεταφράζουν σε ηχητικό ή οπτικό ερέθισμα ώστε να καθίσταται αντιληπτό από τον ασθενή (Cram JR, Kasman GS, Holtz J. *Introduction to Surface Electromyography*, Aspen Publishers 1997).



**Εικόνα 4.** Τοποθέτηση ηλεκτροδίων στον έσω πλατύ για επανεκπαίδευση και ενδυνάμωση του τετρακεφάλου μπριαίου μύος.

της αύξησης της κυκλοφορίας και της θερμοκρασίας των κάτω άκρων με λειτουργικά οφέλη την αύξηση της απόστασης και χρόνου βάρδισης και το ανέβασμα των σκαλιών<sup>8,9</sup>

Η θερμική βιοανάδραση έχει επίσης αποδειχθεί αποτελεσματική στη μείωση της αρτηριακής πίεσης (συστολικής και διαστολικής) 11 έως και 15-20mmHg, συχνά όμως με παράλληλη χρήση τεχνικών μυϊκής χαλάρωσης<sup>10</sup>.

Τέλος, ο συνδυασμός της ΗΜΓ βιοανάδρασης με τη θερμική βιοανάδραση έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς σε ασθενή με πόνο μέλους φάντασμα. Αν και αφορά μια περίπτωση, εντούτοις παρέχεται ένα πρωτόκολλο θεραπείας το οποίο στέφθηκε με επιτυχία (6 συνεδρίες ΗΜΓ και θερμική βιοανάδραση) σε μια κατηγορία πόνου του οποίου η αντιμετώπιση είναι πρόκληση για τον ιατρό και θεραπευτή. Ο πόνος όχι μόνο μειώθηκε αλλά όπως αναφέρει ο συγγραφέας εξαφανίστηκε. Σημαντικό είναι επίσης ότι ο ασθενής δεν είχε ακολουθήσει άλλη θεραπεία στο παρελθόν, καθώς και ότι ο πόνος δεν επανήλθε μετά από 3 ή 12 μήνες.<sup>12</sup>

### Βιοανάδραση καρδιακού ρυθμού

Όπως είναι γνωστό, η ταχυκαρδία εκτός από την οργανική αιτιολογία, εμφανίζεται και σε περιπτώσεις φόβου ή στρες. Αντίθετα, άλλα είδη στρες όπως η κατάθλιψη μπορεί να προκαλέσουν βραδυκαρδία. Ο ειδικός ακροδέκτης από ασήμι ή διαφορετική σύνθεση τοποθετούνται στην έσω επιφάνεια του καρπού ή στα δάκτυλα. Επαλείφονται με ειδικό ζελέ και στερεώνονται. Ο θεραπευτικός στόχος είναι να τεθεί η ταχυκαρδία υπό «αυτοέλεγχο» και να επιτύχουμε σφίξεις περίπου 55-66 το λεπτό.

Με παρόμοια διαδικασία ελέγχουμε την εκτακτοσυστολική αρρυθμία<sup>13</sup>.

### Ηλεκτροεγκεφαλογραφική βιοανάδραση (EEG-BF)

Τα ηλεκτροεγκεφαλογραφικά δυναμικά παρέχουν μια από τις λίγες αντικειμενικές παραμέτρους της δραστηριότητας του κεντρικού νευρικού συστήματος. Τα δυναμικά αυτά προέρχονται από την εκπόλωση των νευρώνων και πορεύονται στην επιφάνεια του φλοιού καθώς και στα βαθύτερα στρώματα του εγκεφάλου<sup>14</sup>. Σύμφωνα με τη συχνότητά τους, τα εγκεφαλικά κύματα χωρίζονται σε τέσσερες ζώνες: βήτα (12-20Η), άλφα (8-12Η), θήτα (4-8Η) και δέλτα (0-4Η). Το ηλεκτροεγκεφαλογραφικό ΒF (HEΓ-BF) είναι μια διαδικασία κατά την οποία καταγράφεται η δραστηριότητα του εγκεφάλου. Χρησιμοποιείται κυρίως για ψυχοσωματικά νοσήματα, εγκεφαλικές κακώσεις, την ήπια κατάθλιψη και πιθανώς για τη διπολική μορφή της καθώς και για την επιληψία.

Πολλά άτομα που πάσχουν από χρόνιο στρες εμφανίζουν στο ΗΕΓ υψηλής συχνότητας βήτα δραστηριότητα. Χαρακτηριστικά, αυτά τα άτομα δεν εμφανίζουν περιόδους ψυχοσωματικής χαλάρωσης με συγχρονισμένη άλφα δραστηριότητα. Όταν όμως κατάλληλα εκπαιδευτούν ώστε να αυξήσουν την παραγωγή άλφα δραστηριότητας μπορεί να επιτύχουν έλεγχο και βελτίωση στο πρόβλημά τους.

Τα αποτελέσματα του ΗΕΓ-BF χρήζουν ευρύτερης μελέτης και αξιόπιστης αξιολόγησης.

### Αναπνευστική βιοανάδραση (A-BF)

Το A-BF επικεντρώνεται στη συχνότητα, τον ρυθμό και τον τύπο της ανα-

πνοής προκειμένου να βοηθήσει τους ασθενείς να μετριάσουν τις κρίσεις με άσθμα, άγχος και υπεραερισμό<sup>15</sup>.

### Αριθμός θεραπευτικών συνεδριών

Κάθε συνεδρία διαρκεί από 30' μέχρι μία ώρα. Οι περισσότεροι ασθενείς ολοκληρώνουν την εκπαίδευσή τους σε 8-10 συνεδρίες. Μερικοί μπορεί να χρειασθούν περισσότερες, μέχρι 20-30 ή να αλλάξουν το είδος θεραπείας. Ο αριθμός των συνεδριών που γίνεται εβδομαδιαίως κυμαίνεται από 1-5. Δεν υπάρχουν αντενδείξεις. Ίσως οι ασθενείς με βηματοδότη χρειασθεί να πάρουν ορισμένα μέτρα ή να αποκλεισθούν από τη θεραπευτική διαδικασία.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Basmajian JW. *Biofeedback: Principles and Practice for Clinicians*. 2nd ed. Baltimore: Williams and Wilkins; 1988.
2. Yatew AJ. *Biofeedback and the modification of behaviour*. NY: Plenum Press; 1986.
3. Dalla Toffola E, Bossi D, Buonocore M, Montomoli C, Petrucci L, Alfonsi E. Usefulness of BFB/EMG in facial palsy rehabilitation. *Disabil Rehabil* 2005; 27(14):809-15.
4. Matheson Rittenhouse D, Abdullah HA, John Runciman R, Basir O. A neural network model for reconstructing EMG signals from eight shoulder muscles: Consequences for rehabilitation robotics and biofeedback. *J Biomech* 2005 (Epub ahead of print).
5. Μαρτάου-Νικητοπούλου Γ. Βιοανάδραση (biofeedback) στη θεραπεία του πόνου. *Κλινικά φροντιστήρια: Πόνος-κλινικές εικόνες και αντιμετώπιση*. Ιατρική Εταιρεία Αθηνών 1991; 3:175-86.
6. Neblett R, Gatchel RJ, Mayer TG. A clinical guide to surface-EMG-assisted stretching as an adjunct to chronic musculoskeletal pain rehabilitation. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2003; 28(2):147-60.
7. Fiero PL, Galper DI, Cox DJ, Phillips LH II, Fryburg DA. Thermal biofeedback and lower extremity blood flow in adults with diabetes: is neuropathy a limiting factor? *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2003; 28(3):193-203.
8. Aikens JE. Thermal biofeedback for claudication in diabetes: a literature review and case study. *Altern Med Rev* 1999 Apr; 4(2):104-10.
9. Saunders JT, Cox DJ, Teates CD, Pohl SL. Thermal biofeedback in the treatment of intermittent claudication in diabetes: a case study. *Biofeedback Self Regul* 1994

Dec; 19(4):337-45.

10. Hahn YB, Ro YJ, Song HH, Kim NC, Kim HS, Yoo YS. The effect of thermal biofeedback and progressive muscle relaxation training in reducing blood pressure of patients with essential hypertension. *Image J Nurs Sch* 1993 Fall; 25(3):204-7.

11. Wittrock DA, Blanchard EB. Thermal biofeedback treatment of mild hypertension. A comparison of

effects on conventional and ambulatory blood pressure measures. *Behav Modif* 1992 Jul; 16(3):283-304.

12. Belleggia G, Birbaumer N. Treatment of phantom limb pain with combined EMG and thermal biofeedback: a case report. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2001 Jun; 26(2):141-6.

13. Nolan RP, Kamath MV, Floras JS, Stanley J, Pang C, Picton P, Young QR. Heart rate variability biofeedback as

a behavioral neurocardiac intervention to enhance vagal heart rate control. *Am Heart J* 2005; 149(6):1137-41.

14. Trudeau DL. Applicability of brain wave biofeedback to substance use disorder in adolescents. *Child Adolesc Psychiatr Clin N Am* 2005; 14(1):125-36.

15. Meuret AE, Wilhelm FH, Roth WT. Respiratory biofeedback-assisted therapy in panic disorder. *Behav Modif* 2001; 25(4):584-605.