

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΩΜΑΤΙΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΨΥΧΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ: ΟΦΕΛΗ ΚΑΙ ΝΕΥΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ

Γεώργιος Κατσιμάνης¹, Γεώργιος Κώσικας¹, Αναστασία Μπέκα², Σωτήριος Παπαγιαννόπουλος³

¹ Εκπαιδευτικός Ειδικής Φυσικής Αγωγής, Ειδικό Γυμνάσιο με Ειδικές Λυκειακές Τάξεις της Ψυχιατρικής Κλινικής Παιδιών-Εφήβων του Γ.Ν. «Γ. Παπανικολάου», Θεσσαλονίκη

² Παιδοψυχίατρος, Συντονίστρια Διευθύντρια Ψυχιατρικού Τμήματος Παιδιών-Εφήβων Γ.Ν. «Γεώργιος Παπανικολάου», Θεσσαλονίκη

³ Νευρολόγος, Επίκουρος Καθηγητής Νευρολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Υπάρχουν σύγχρονες βιβλιογραφικές έρευνες που τεκμηριώνουν τη χρήση της σωματικής άσκησης στην ολιστική θεραπεία των ψυχικών διαταραχών, και έχουν δείξει ότι η μακροχρόνια σωματική άσκηση επιφέρει πολλαπλά οφέλη στα άτομα με ψυχικές διαταραχές ενώ ταυτόχρονα βελτιώνει τις νοητικές λειτουργίες και τη γενικότερη λειτουργικότητά τους μέσω ορισμένων νευροβιολογικών μηχανισμών.

Σκοπός της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι η μελέτη της τρέχουσας διεθνούς βιβλιογραφίας σχετικά με την επίδραση της άσκησης στους ασθενείς με ψυχικές διαταραχές και η αποσαφήνιση των οφελών που προκύπτουν από τη συμμετοχή σε προγράμματα άσκησης καθώς και των νευροβιολογικών μηχανισμών μέσω των οποίων επιτυγχάνονται αυτά τα οφέλη.

Από τη μελέτη κλινικών ερευνών και ανασκοπήσεων προκύπτει ότι η μακροχρόνια σωματική άσκηση επιφέρει σωματικά, ψυχολογικά και κοινωνικά οφέλη στα άτομα με ψυχικές διαταραχές. Τα σωματικά οφέλη, μεταξύ άλλων, περιλαμβάνουν τη μεγαλύτερη αντίσταση του οργανισμού στις ασθένειες, τον έλεγχο του βάρους και της παχυσαρκίας, λιγότερη κούραση και περισσότερη αντοχή, ελαστικότητα των μυών, προστασία και πρόληψη ασθενειών που αφορούν την καρδιακή λειτουργία καθώς και πρόληψη ανάπτυξης υπέρτασης, οστεοπόρωσης και διαβήτη τύπου 2. Επιπλέον, έρευνες αναφέρουν ότι η συχνή σωματική άσκηση αυξάνει το προσδόκιμο ζωής. Στα ψυχολογικά οφέλη συγκαταλέγονται η ψυχική ευεξία, η ευχαρίστηση, η καλύτερη αυτοσυγκέντρωση, η αυτοπεποίθηση, η καλύτερη πνευματική απόδοση, η μείωση του άγχους και της κατάθλιψης και τελικά η καλύτερη ποιότητα ζωής. Παράλληλα, στα κοινωνικά οφέλη ανήκουν οι καλές σχέσεις και οι θετικές στάσεις προς τους άλλους, οι παρέες και η ανάπτυξη κοινωνικών σχέσεων, η καλύτερη διάθεση για ομαδική δουλειά και συνεργασία και η αποτροπή αντικοινωνικών συμπεριφορών. Όλα αυτά τα οφέλη λαμβάνουν χώρα με τη μεσοβίωση νευροβιολογικών μηχανισμών. Οι επικρατέστεροι νευροβιολογικοί μηχανισμοί οι οποίοι αναφέρονται στην βιβλιογραφία και ως «υποθέσεις», είναι έξι και σχετίζονται με τη λειτουργία των ενδορφινών, των μονοαμινών, της θερμογένεσης, του άξονα υποθαλάμου-υπόφυσης-επινεφριδίων, των μιτοχονδρίων και του μηχανιστικού στόχου της ραπαμυκίνης. Μέσω των νευροβιολογικών αυτών μηχανισμών προάγεται η λειτουργία των συνάψεων, της νευρογένεσης και η αγγειογένεση.

Η βιβλιογραφία τονίζει ότι η επιτυχία ή η αποτυχία ενός προγράμματος άσκησης για άτομα με ψυχικές διαταραχές εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως ο τύπος, η ένταση, η συχνότητα και η διάρκεια της άσκησης, η ηλικία και η φυσική κατάσταση του ασθενούς, η μακροχρόνια δέσμευση και το αν γίνεται ατομικά ή ομαδικά. Προτείνεται η δημιουργία αμιγών ομάδων ψυχικών διαταραχών, με αρκετούς συμμετέχοντες, οι οποίες θα ακολουθήσουν μακροχρόνια προγράμματα σωματικής άσκησης με μέτρια προς υψηλή ένταση (60-85% VO_{2max}), ικανή διάρκεια (τουλάχιστον 6 μήνες) και συχνότητα (4-5 φορές/εβδομάδα) για την ανάπτυξη όλων των οφέλιμων προσαρμογών. Τα προγράμματα αυτά πρέπει να σχεδιάζονται, να επιβλέπονται και να καθοδηγούνται από εξειδικευμένους εκπαιδευτικούς ειδικής φυσικής αγωγής με εμπειρία στα κλινικά χαρακτηριστικά αυτών των ασθενών.

Λέξεις ευρητηρίου: άσκηση, ψυχικές διαταραχές, οφέλη, νευροβιολογικοί μηχανισμοί

THE EFFECT OF PHYSICAL EXERCISE ON MENTAL DISORDERS: BENEFITS AND NEUROBIOLOGICAL MECHANISMS

George Katsimanis¹, George Kotsikas¹, Anastasia Beka², Sotirios Papagiannopoulos³

¹ Teacher of Special Physical Education, Special High School With Special Lyceum Classes of Psychiatric Department for Children and Adolescents, "George Papanikolaou" General Hospital, Thessaloniki, Greece

² Consultant Child and Adolescent Psychiatrist, Head of Psychiatric Department for Children and Adolescents, "George Papanikolaou" General Hospital, Thessaloniki, Greece

³ Assistant Professor of Neurology, 3rd Dpt. of Neurology, Aristotle University of Thessaloniki, Greece

Abstract

Contemporary bibliographical studies highlight the role of physical exercise in the holistic treatment/therapy of mental disorders and have shown that long-term physical exercise causes multiple benefits for the individuals with mental disorders while at the same time it improves mental functions and their general functional adaptability through certain neurobiological mechanisms.

The aim of this bibliographical review is to study the current international bibliography related to the effect of physical exercise on patients with mental disorders and to clarify the benefits that arise from their participation in exercise programs, as well as the neurobiological mechanisms through which these benefits are achieved.

Clinical research data and scientific reviews indicate that long-term physical exercise causes physical, psychological and social benefits to individuals with mental disorders. The physical benefits include better resistance against diseases, body weight and obesity control, less fatigue and more stamina, muscle flexibility, protection from and prevention of cardiovascular diseases, as well as from high blood pressure, osteoporosis and diabetes type 2. Furthermore, research shows that frequent physical exercise increases life expectancy. The psychological benefits include mental well-being, pleasure, better self-concentration, self-confidence, better mental efficacy, reduction of anxiety and depression and eventually, better quality of life. The social benefits include good relationships and positive attitude towards others, socialization through team work and collaboration and deterrence of anti-social behaviour. All these benefits are achieved through neurobiological mechanisms. The dominant neurobiological mechanisms are six and are referred in bibliography as "hypotheses". They include the function of the following substances, micro-organisms or organic proceedings in the human body: endorphin, neurotransmitters, thermogenesis, hypothalamic pituitary adrenal (HPA) axis, mitochondrial function and mechanistic target of rapamycin (mTOR). These mechanisms improve the upgrading of synaptic function, neurogenesis and angiogenesis.

Bibliography underlines the fact that the success or the failure of an exercise program for individuals with mental disorders depend on various factors such as the type, the intensity, the frequency and the duration of exercise, the patient's age and physical fitness, the long-term engagement, and whether the training is individual or in a team. What is recommended is the formation of a homogeneous team consisting of individuals with mental disorders with sufficient number of participants who will follow long-term training programs with moderate to high intensity (60-85% VO_{2max}), sufficient duration (at least six months) and frequency (4-5 times/week) for the development of all the beneficial adaptations. These programs should be created, supervised and guided by qualified special physical education instructors with experience in the clinical characteristics of these patients.

Key words: exercise, mental disorders, benefits, neurobiological mechanisms

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η σωματική άσκηση μπορεί να οριστεί ως μία σχεδιασμένη, δομημένη και επαναλαμβανόμενη σωματική δραστηριότητα που έχει ως στόχο να βελτιώσει ή να διατηρήσει ένα ή περισσότερα συστατικά της φυσικής κατάστασης (π.χ. αντοχή, δύναμη, ευλυγισία κ.ά.) [1].

Στα άτομα με ψυχικές διαταραχές (ΨΔ), η σωματική άσκηση συνήθως έχει χαμηλά επίπεδα ανταγωνισμού και εμπλέκει κυρίως μεγάλες μυϊκές ομάδες του σώματος. Μπορεί να πραγματοποιηθεί με χαμηλή ή μέτρια ένταση, με προγράμματα με αντίσταση (βάρη) ή με αθλητικές δραστηριότητες όπως βόδιση, τρέξιμο,

κολύμπι, ποδήλατο, ορεινή πεζοπορία, aqua aerobics κ.ά. [2-3].

Την τελευταία εικοσαετία υπάρχει ένας αυξανόμενος βιβλιογραφικός όγκος που ασχολείται με τη χρήση της άσκησης στην ολιστική θεραπεία των ΨΔ συμπεριλαμβανόμενων της κατάθλιψης, των αγχώδων διαταραχών, της διαταραχής του μετατραυματικού στρες, της σχιζοφρένειας, της διπολικής διαταραχής, των διαταραχών πρόσληψης της τροφής, της ιδεοψυχαναγκαστικής διαταραχής και άλλων [4-7].

Τα άτομα που πάσχουν από ΨΔ έχουν χαμηλή αυτοεκτίμηση, δυσκολίες στη διατήρηση κοινωνικών σχέσεων, λαμβάνουν μικρές ικανοποιήσεις από τη ζωή τους και έχουν μειωμένη ενέργεια [8]. Παράλληλα, εμφανίζουν συχνά παρενέργειες της φαρμακευτικής αγωγής που λαμβάνουν, οι οποίες μπορεί να επηρεάζουν τις κινητικές και άλλες σωματικές τους λειτουργίες. Επιπλέον συνυπάρχει αυξημένη σωματική συννοσηρότητα όπως, για παράδειγμα, αναπνευστικές, μεταβολικές και καρδιαγγειακές ασθένειες οι οποίες συνδέονται με την παχυσαρκία, το κάπνισμα, τον ανθυγιεινό τρόπο ζωής και την υποκινητικότητα. Όλα τα παραπάνω συμβάλλουν σε χαμηλότερο προσδόκιμο ζωής κατά 10-15 έτη σχετικά με τον γενικό πληθυσμό [9-12]. Ωστόσο, μελέτες έχουν δείξει ότι η μακροχρόνια άσκηση επιφέρει πολλαπλά οφέλη στα άτομα με ΨΔ ενώ ταυτόχρονα βελτιώνει τις νοητικές λειτουργίες και τη γενικότερη λειτουργικότητά τους μέσω διαφόρων νευροβιολογικών μηχανισμών (NM) [7, 13-16].

Σκοπός του παρόντος άρθρου είναι η ανασκόπηση της τρέχουσας διεθνούς βιβλιογραφίας σχετικά με την επίδραση της άσκησης στους ασθενείς με ΨΔ και των οφελών που προκύπτουν από τη συμμετοχή τους σε προγράμματα άσκησης καθώς και των NM μέσω των οποίων επιτυγχάνονται αυτά τα οφέλη.

ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας πραγματοποιήθηκε στις διαδικτυακές βάσεις δεδομένων PubMed και Google Scholar στην Αγγλική γλώσσα. Τα λήμματα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: "exercise", "mental disorders", "benefits" και "neurobiologic mechanisms". Επίσης, αναζητήθηκε η ύπαρξη ελληνικών δημοσιεύσεων αναρτημένων στο διαδίκτυο. Παράλληλα, η έρευνα διεξήχθη μέσω του Συνδέσμου Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών HEAL-LINK, με αποτέλεσμα τη δυνατότητα πρόσβασης σε πλήρες κείμενο στην πλειονότητα των εργασιών που μελετήθηκαν.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Η συστηματική σωματική άσκηση είναι αποτελεσματική στην πρόληψη και θεραπεία διαφορών ασθενειών και ιατρικών καταστάσεων όπως είναι η στεφανιαία νόσος, η υπέρταση, ο διαβήτης τύπου 2, η υπερλιπιδαιμία, η οστεοπόρωση και κάποιες μορφές

καρκίνου [4-5]. Πρόσφατες ανασκοπήσεις μελετών στον γενικό πληθυσμό δείχνουν ότι η αερόβια άσκηση μπορεί να επιδράσει θετικά στον ιππόκαμπο είτε αυξάνοντας τον όγκο του είτε διατηρώντας την ακεραιότητά του, εν όψει της φυσιολογικής γήρανσης ή στα πλαίσια δυσλειτουργίας του λόγω ασθένειας [17]. Τα αποτελέσματα των κλινικών ερευνών συνηγορούν υπέρ του σημαντικού και καταλυτικού ρόλου της αερόβιας άσκησης στην ενεργοποίηση των μηχανισμών νευροπλαστικότητας του εγκεφάλου, στην ενίσχυση των νοητικών λειτουργιών και στην προστασία εγκεφαλικών δομών εν μέσω διαταραχών [16-20]. Η νευροπλαστικότητα του εγκεφάλου είναι η δυνατότητά του να αναδιοργανώνεται μέσω του περιβάλλοντος, της συμπεριφοράς, της άσκησης, της σκέψης και των συναισθημάτων [14].

Συμμετοχή των ατόμων με ΨΔ σε προγράμματα άσκησης και οφέλη που προκύπτουν

Κλινικές έρευνες και μετα-αναλύσεις τεκμηριώνουν τη θετική επίδραση των δομημένων ομαδικών και εξατομικευμένων προγραμμάτων άσκησης στα άτομα με ΨΔ που συμμετείχαν σ' αυτά. Πιο συγκεκριμένα, μία έρευνα και μία μετα-ανάλυση έδειξαν ότι η συμμετοχή ατόμων με αγχώδεις διαταραχές σε προγράμματα αερόβιας και αναερόβιας άσκησης επιφέρει μείωση του άγχους τους παρόμοια με αυτή που επιφέρει και η γνωσιακή-συμπεριφορική θεραπεία [21-22]. Η συμμετοχή ασθενών με διαταραχή πανικού σε βραχύχρονο πρόγραμμα αερόβιας άσκησης (δαπεδοεργόμετρο, 30 λεπτά, ένταση 70% της VO_{2max} [i]) μείωσε το άγχος τους και τις κρίσεις πανικού [23]. Όσον αφορά σε ασθενείς με διαταραχή μετατραυματικού στρες, έχει αναφερθεί η θετική επίδραση της αερόβιας άσκησης και της βόδισης με μέτρια ένταση στη σοβαρότητα των αγχωτικών και καταθλιπτικών συμπτωμάτων τόσο σε παιδιά [24] όσο και σε εφήβους [25] και ενήλικες [26]. Άτομα με γενικευμένη αγχώδη διαταραχή εμφάνισαν μείωση στο άγχος και στην ευερεθιστότητά τους μετά από τη συμμετοχή τους σε συνδυασμένα προγράμματα ασκήσεων με αντιστάσεις και αερόβια άσκηση (διάρκειας έξι εβδομάδων, δύο εβδομαδιαίες συνεδρίες) [27-28]. Τέλος, μία μελέτη ασχολήθηκε με την επίδραση της άσκησης σε ασθενείς με κοινωνική φοβία όπου παρατηρήθηκε μείωση στο κοινωνικό άγχος και στην κατάθλιψη τόσο με τη λήξη του παρεμβατικού προγράμματος όσο και τρεις μήνες αργότερα (follow up) [29].

Σε συμφωνία με τα προαναφερθέντα, θετικές συσχετίσεις παρατηρήθηκαν και σε ασθενείς με ιδεοψυχαναγκαστική διαταραχή που συμμετείχαν σε προγράμματα άσκησης. Έτσι η συμμετοχή σε αερόβιο πρόγραμμα διάρκειας έξι εβδομάδων μείωσε τόσο τη συμπτωματολογία όσο και την κατάθλιψη και το άγχος τους μέχρι και ένα μήνα μετά το πέρας του προγράμματος [30]. Σε μία άλλη έρευνα, ο συνδυασμός

ενός προγράμματος μέτριας αερόβιας άσκησης διάρκειας 12 εβδομάδων ταυτόχρονα με συμπεριφορική θεραπεία και φαρμακοθεραπεία μείωσε τη σοβαρή συμπτωματολογία τους ακόμη και έξι μήνες μετά το πέρας του προγράμματος [31].

Όσον αφορά τις συναισθηματικές διαταραχές, ανασκοπήσεις έδειξαν ότι, η συμμετοχή ασθενών, που έχουν διαγνωσθεί με μείζον καταθλιπτικό επεισόδιο, σε προγράμματα άσκησης επιφέρει μεγάλη μείωση των καταθλιπτικών τους συμπτωμάτων η οποία μπορεί να συγκριθεί με εκείνη της αντικαταθλιπτικής φαρμακευτικής αγωγής [32-33]. Ασθενείς με διπολική διαταραχή που συμμετείχαν σε αερόβια προγράμματα άσκησης παρουσίασαν επίσης μείωση στο στρες καθώς και στα καταθλιπτικά και αγχωτικά τους συμπτώματα [34-35].

Στις διαταραχές πρόσληψης της τροφής, η συμμετοχή ατόμων με ψυχογενή βουλιμία σε αερόβια προγράμματα άσκησης (16 εβδομάδες, ένταση 50-70% της VO_{2max}) είχε παρόμοια θετικά αποτελέσματα με αυτά που επιφέρει και η γνωσιακή-συμπεριφορική θεραπεία [36]. Ενθαρρυντικά είναι και τα αποτελέσματα μετά τη συμμετοχή ασθενών με ψυχογενή ανορεξία τόσο σε ομαδικά [37] όσο και σε εξατομικευμένα προγράμματα άσκησης [38]. Σε ασθενείς με σχιζοφρένεια/ψύχωση η συμμετοχή σε προγράμματα άσκησης επιφέρει μείωση των αρνητικών συμπτωμάτων, αυξημένη λειτουργική ικανότητα, αύξηση στον όγκο του ιππόκαμπου και βελτίωση της φυσικής τους κατάστασης [20, 39-41].

Τα ευρήματα από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας συνηγορούν στο γεγονός ότι τα προγράμματα σωματικής άσκησης επηρεάζουν θετικά τους ασθενείς με ΨΔ που συμμετέχουν σε αυτά μειώνοντας τη συμπτωματολογία τους και με αυτό τον τρόπο καθορίζουν τεράστια βιολογικά, κοινωνικά και ψυχολογικά οφέλη [42].

Στην πραγματικότητα, τα οφέλη από τη συμμετοχή των ατόμων με ΨΔ σε προγράμματα άσκησης κινούνται σε τρία επίπεδα: το σωματικό, το ψυχολογικό και το κοινωνικό [43]. Όσον αφορά τα σωματικά οφέλη αυτά περιλαμβάνουν τη μεγαλύτερη αντίσταση του οργανισμού στις ασθένειες, τον έλεγχο του βάρους και της παχυσαρκίας, λιγότερη κούραση και περισσότερη αντοχή, ελαστικότητα των μυών, προστασία, πρόληψη ή βελτίωση της κατάστασης από ασθένειες σχετικές με την καρδιά, την υπέρταση, την οστεοπόρωση, το διαβήτη τύπου 2 καθώς και αύξηση του προσδόκιμου ζωής. Στα ψυχολογικά οφέλη συγκαταλέγονται η ψυχική ευεξία, η διασκέδαση, η επίτευξη στόχων, η ευχαρίστηση, η καλή διάθεση, η ζωντάνια, καλύτερη αυτοσυγκέντρωση και αυτοπεποίθηση, καλύτερη πνευματική απόδοση, καλύτερη ποιότητα ζωής, μείωση άγχους και κατάθλιψης, πιο ευχάριστος ύπνος. Τέλος στα κοινωνικά οφέλη ανήκουν οι καλές σχέσεις και οι θετικές στάσεις προς τους άλλους, οι παρέες και η ανάπτυξη κοινωνικών σχέσεων, διάθεση για

ομαδική δουλειά και συνεργασία και η αποτροπή αντικοινωνικών συμπεριφορών [4-5, 13-15, 20, 22, 37, 42-43].

Άσκηση και νευροβιολογικοί μηχανισμοί (NM)

Αρκετές έρευνες στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν ασχοληθεί με τη διερεύνηση των NM μέσω των οποίων η άσκηση βελτιώνει τη ψυχική υγεία και τη διάθεση και προσφέρει τα προαναφερθέντα οφέλη. Υπάρχει πλήθος ερευνητικών δεδομένων που προσπαθούν να αποσαφηνίσουν αυτήν την αιτιώδη σχέση και οι επικρατέστεροι NM οι οποίοι αναφέρονται στην βιβλιογραφία και ως «υποθέσεις», είναι έξι και σχετίζονται με τη λειτουργία των ενδορφινών, των μονοαμινών, της θερμογένεσης, του άξονα υποθαλάμου-υπόφυσης-επινεφριδίων (Hypothalamic Pituitary-Adrenal Axis, HPA), των μιτοχονδρίων και του μηχανιστικού στόχου της ραπαμυκίνης (mechanistic Target of Rapamycin, mTOR) [13-15, 16, 44-51].

Υπόθεση των ενδορφινών

Κατά τη διάρκεια της άσκησης απελευθερώνονται ενδογενή οπιοειδή όπως οι ενδορφίνες (β-ενδορφίνη, εγκεφαλίνη), που παράγονται σε περιοχές του εγκεφάλου, όπως η υπόφυση αλλά και σε άλλους ιστούς του σώματος. Η κύρια λειτουργία τους είναι η μείωση του πόνου, η συναισθηματική ισορροπία και η αντιμετώπιση του στρες. Όταν η ένταση της άσκησης είναι μεγάλη (75-80% της VO_{2max}), αυξάνονται τα επίπεδα ενδορφινών στο πλάσμα και τα επίπεδα των ενδοκανναβινοειδών, τα οποία έχουν θετική επίδραση στα καταθλιπτικά συμπτώματα και συνδέονται με το θετικό συναίσθημα [13, 15, 50].

Υπόθεση των μονοαμινών

Αναφέρεται στις μεταβολές που προκαλούνται στις κύριες μονοαμίνες του εγκεφάλου (σεροτονίνη, ντοπαμίνη, νορεπινεφρίνη, γλουταμίνη), δηλαδή στους νευροδιαβιβαστές του εγκεφάλου, η ανισορροπία των οποίων σχετίζεται με την κατάθλιψη και τη σχιζοφρένεια. Υποστηρίζεται ότι η συμμετοχή σε έντονα αερόβια προγράμματα άσκησης (80% της VO_{2max}) αυξάνει τη συγκέντρωσή τους στο πλάσμα και σχετίζεται θετικά με τη διάθεση και τη μείωση των καταθλιπτικών συμπτωμάτων [13, 15, 50].

Υπόθεση της θερμογένεσης

Τονίζεται ιδιαίτερα ότι η αυξημένη θερμοκρασία του σώματος κατά τη διάρκεια της άσκησης και μετά από αυτή επιδρά θεραπευτικά. Πιο συγκεκριμένα, η αύξηση της σωματικής θερμοκρασίας και της θερμοκρασίας σε ορισμένες εγκεφαλικές περιοχές, όπως στο εγκεφαλικό στέλεχος, σχετίζεται με μείωση της δραστηριότητας των γ κινητικών νευρώνων, με μει-

ωμένη μυϊκή ένταση και αίσθημα χαλάρωσης. Αυτές οι φυσιολογικές αλλαγές βελτιώνουν τη διάθεση και μειώνουν το άγχος [13, 15, 50].

Υπόθεση του Άξονα Υποθαλάμου-Υπόφυσης-Επινεφριδίων (ΥΥΕ)

Έχει διαπιστωθεί ότι ο άξονας ΥΥΕ ενεργοποιεί μία αντίδραση σε σωματικούς και ψυχολογικούς στρεσογόνους παράγοντες. Ένας τέτοιος παράγοντας είναι και η σωματική άσκηση. Μέσω αυτής της αντίδρασης παράγεται κορτιζόλη, η οποία δρα ως αναστολέας της λειτουργίας του υποθαλάμου και της υπόφυσης και έτσι αποκαθιστά την ομοιόσταση και αποτελεί ένδειξη υγιούς αντίδρασης στο στρες. Δυσλειτουργία του άξονα ΥΥΕ παρατηρείται σε ασθενείς με καταθλιπτικές και αγχώδεις διαταραχές. Επαρκής απόκριση κορτιζόλης κατά την άσκηση προκαλείται σε ένταση τουλάχιστον 60% της VO_{2max} [13, 15, 46].

Υπόθεση των μιτοχονδρίων

Τα μιτοχόνδρια είναι κυτταρικά οργανίδια τα οποία παράγουν ενέργεια μέσω της οξειδωτικής φωσφορύλιωσης και διαδραματίζουν θεμελιώδη ρόλο στη νευροπλαστικότητα. Εμπλέκονται σε πολλές λειτουργίες του κυττάρου που έχουν να κάνουν με το μεταβολισμό και την ομοιόσταση, ενώ έχει βρεθεί ότι συμβάλλουν στη ψυχική υγεία και στη λειτουργικότητα του ατόμου. Η ενίσχυση της μιτοχονδριακής λειτουργίας μέσω προγραμμάτων άσκησης έχει τεκμηριωθεί ως θεραπεία για την κατάθλιψη και άλλες διαταραχές της διάθεσης διότι η άσκηση είναι η καλύτερη φυσιολογική μέθοδος της μιτοχονδριακής βιογένεσης δηλαδή της σύνθεσης νέων μιτοχονδρίων που οδηγεί στην αύξηση της μιτοχονδριακής περιεκτικότητας ανά γραμμάριο μυϊκού ιστού [13, 15, 44-46].

Υπόθεση του μηχανιστικού στόχου της ραπαμυκίνης (ΜΣΡ)

Η ραπαμυκίνη είναι μία πρωτεϊνική κινάση που ρυθμίζει τη σύνθεση πρωτεϊνών και την ανάπτυξη των κυττάρων ως απόκριση σε αυξητικούς παράγοντες, θρεπτικά συστατικά, επίπεδα ενέργειας και στρες. Διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στην ανάπτυξη και τη γήρανση, δηλαδή σχετίζεται με τη μνήμη, τη συναπτογένεση στον προμετωπιαίο φλοιό και τα αντικαταθλιπτικά αποτελέσματα. Η άσκηση ενεργοποιεί τον ΜΣΡ και μπορεί να βελτιώσει τις ΨΔ μειώνοντας τα συμπτώματα άγχους και κατάθλιψης [13, 15, 47-49, 51-52].

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Οφέλη από τη συμμετοχή των ατόμων με ΨΔ σε προγράμματα άσκησης

Από τη βιβλιογραφία προκύπτουν δεδομένα που

υποστηρίζουν ότι η συμμετοχή ατόμων με ψυχιατρικές διαταραχές σε δομημένα προγράμματα άσκησης, επιφέρει δομικές και λειτουργικές αλλαγές στον εγκέφαλο, με αποτέλεσμα εξαιρετικά σημαντικά βιολογικά, κοινωνικά και ψυχολογικά οφέλη [42]. Επιπρόσθετα, η Ευρωπαϊκή Ψυχιατρική Εταιρεία (ΕΨΕ), (European Psychiatric Association) όσον αφορά τα πολυπληθή οφέλη της άσκησης στη βελτίωση της συνολικής ψυχιατρικής συμπτωματολογίας, προτείνει την εισαγωγή της δομημένης σωματικής άσκησης-εν αντιθέσει με την άσκηση μέσω καθημερινών δραστηριοτήτων όπως το περπάτημα με σκοπό τη μετακίνηση-στο πρότυπο σχήμα φαρμακευτικής αγωγής και ψυχοθεραπείας των ατόμων με σοβαρές ΨΔ [53]. Υποστηρίζεται ότι η άσκηση είναι φάρμακο και θα πρέπει να συνταγογραφείται [54].

Παρατηρείται ωστόσο ότι τα επίπεδα συμμετοχής των ατόμων με ΨΔ σε προγράμματα άσκησης καθώς και η μακροχρόνια δέσμευσή τους σε αυτά είναι πολύ χαμηλά λόγω της βαρύτητας της συμπτωματολογίας τους, της ήδη χαμηλής φυσικής τους κατάστασης αλλά και της έλλειψης ενός επαρκούς κοινωνικού υποστηρικτικού περιβάλλοντος, που θα τους εμπνέει και θα διατηρεί αμείωτο το ενδιαφέρον τους για άσκηση. Αποτελεί άμεση προτεραιότητα η προσεκτική διαμόρφωση προγραμμάτων σωματικής άσκησης ώστε πέραν της αποτελεσματικότητάς τους να έχουν και τη δυναμική να διατηρούν τη δέσμευση των συμμετεχόντων [18, 55].

Η μυϊκή χαλάρωση, που προκαλείται μετά από τη συμμετοχή σε ένα πρόγραμμα άσκησης επηρεάζει θετικά τη συναισθηματική κατάσταση των ασκούμενων. Έτσι, η σωματική άσκηση, είτε σε εσωτερικό είτε σε εξωτερικό χώρο, καθώς και η εξατομικευμένη δοσολογία, από πλευράς έντασης και διάρκειας, βοηθάει θετικά στη χαλάρωση των μυών, επιφέροντας πρόσκαιρες μειώσεις του ενεργειακού δυναμικού των σκελετικών μυών, οι οποίες διατηρούνται για μία ώρα περίπου μετά την άσκηση, όπως αυτό έχει καταγραφεί με ηλεκτρομυογράφημα (EMG) σε ηρεμία [56].

Από την πλευρά της ψυχολογίας, οι ψυχοκοινωνικές θεωρίες αναφέρουν ότι η συμμετοχή σε προγράμματα άσκησης μεταβάλλει την ψυχική διάθεση των ασκούμενων ρυθμίζοντας το άγχος και το στρες, βελτιώνοντας τη γνωστική λειτουργία, την αυτοεκτίμηση, την αυτοπεποίθηση, την αίσθηση του ελέγχου, την αυτο-αποτελεσματικότητα και την εικόνα του σώματος. Μέσα από την άσκηση, τον έλεγχο του σωματικού βάρους και τη βελτίωση της εικόνας του σώματος, περιορίζονται ταυτόχρονα και τα συμπτώματα της αρνητικής ψυχικής διάθεσης και τα συμπτώματα του άγχους, του στρες και της κατάθλιψης [21, 43, 57-58].

Επιπρόσθετα, η συμμετοχή σε προγράμματα άσκησης αποφέρει στοιχεία εσωτερικών και εξωτερικών αμοιβών στο άτομο που γυμνάζεται. Ως προς τις εξωτερικές αμοιβές, η άσκηση μπορεί να επηρεάσει χαρακτηριστικά της προσωπικότητας, όπως είναι η

κοινωνικοποίηση και ο τρόπος ζωής του ασκουμένου. Η οποιαδήποτε μορφή κοινωνικοποίησης τονώνει την ψυχική υγεία του ατόμου. Επίσης, η προσωπική βελτίωση αθλή και η επίτευξη των στόχων για άσκηση, αποτελούν εσωτερικούς παράγοντες επιβράβευσης του ατόμου. Οι παράγοντες αυτοί συντελούν με τη σειρά τους στην αύξηση της αυτοπεποίθησης και αυτοεκτίμησης και της θετικής ψυχικής διάθεσης [43, 59].

Πέρα από τα παραπάνω οφέλη της άσκησης, η καλή φυσική κατάσταση των ατόμων συνδέεται άμεσα με την παραγωγικότητά και την απόδοση, σε όλες τις δραστηριότητες, είτε αυτές είναι σωματικές, είτε διανοητικές, όπως επίσης και στο χώρο εργασίας [43].

Άσκηση και νευροβιολογικοί μηχανισμοί

Η σωματική άσκηση συγκαταλέγεται στα υγιούς τύπου στρεσογόνα ερεθίσματα και παρομοιάζεται ως μία μορφή ψυχοθεραπείας και αυτοβελτίωσης, η οποία επιβραδύνει τη νοντική εξασθένιση που σχετίζεται με την ηλικία [46].

Μελέτες δείχνουν ότι η άσκηση επιφέρει δομικές αλλαγές όπως ο αυξημένος όγκος της φαιάς ουσίας στις μετωπιαίες και ιππόκαμπιες περιοχές [60-62]. Παράλληλα με αυτές τις βελτιωτικές δομικές και λειτουργικές επιδράσεις, η σωματική άσκηση αφενός μεν διεγείρει την κυκλοφορία του αίματος στα νευρωνικά κυκλώματα που εμπλέκονται στη γνωστική λειτουργία, βελτιώνοντάς την [63], αφετέρου δε έχει επίδραση σε ολόκληρο το νευρικό σύστημα, αυξάνοντας γενικότερα τη νευρωνική λειτουργία, εξηγώντας έτσι γιατί συσχετίζεται η σωματική αδράνεια με μειωμένη ψυχική υγεία και ορισμένες μορφές άνοιας [64].

Οι βελτιώσεις στην ψυχική υγεία και τη διάθεση, εικάζεται ότι επιτυγχάνονται διαμέσου πολλών κεντρικών και περιφερειακών αυξητικών παραγόντων όπως οι νευροτροφικοί παράγοντες, οι προφλεγμονώδεις κυτταροκίνες, οι νευροδιαβιβαστές κ.ά. που απελευθερώνονται στην κυκλοφορία του αίματος μέσω των σκελετικών μυών. Οι παράγοντες αυτοί συμβάλλουν στην ενίσχυση του ανιόντα δικτυωτού σχηματισμού και στην αναβάθμιση της συναπτικής πλαστικότητας, της νευρογένεσης, της δενδριτικής αναδιαμόρφωσης και της αγγειακής λειτουργίας [17, 52, 65-67].

Από τους προαναφερθέντες παράγοντες, οι νευροτροφικοί μεσολαβούν στα μονοπάτια της νευρογένεσης, της αγγειογένεσης, της μάθησης και της συνολικής ψυχολογικής υγείας του ατόμου. Η άσκηση κατέχει τα πρωτεία για την κινητοποίηση τέτοιων παραγόντων όπως είναι ο εγκεφαλικός νευροτροφικός παράγοντας (Brain Derived Neurotrophic Factor, BDNF), ο ινσουλινομόρφος αυξητικός παράγοντας 1 (Insulin Growth Factor 1, IGF-1) και ο αγγειακός ενδοθηλιακός αυξητικός παράγοντας (Vascular Endothelial Growth Factor, VEGF). Οι συγκεκριμένοι παράγοντες μπορούν να διαπεράσουν τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό και να δράσουν απευθείας στις εγκεφαλικές δομές, όπου

λειτουργούν συνεργατικά για την ενίσχυση της πλαστικότητας, της λειτουργίας και της υγείας του εγκεφάλου. Ο IGF1 σε συνδυασμό με τον BDNF, ρυθμίζουν τις διαδικασίες της μάθησης, της συναπτικής πλαστικότητας και της διάθεσης, ενώ, ο IGF1 σε συνδυασμό με τον VEGF, προάγουν την αγγειογένεση, τη νευρογένεση και τη μνήμη. Η βασική περιοχή του εγκεφάλου που ενισχύεται από τους παραπάνω παράγοντες είναι ο ιππόκαμπος. Ο ιππόκαμπος εμπλέκεται στη χωρική μνήμη και στη μάθηση και είναι ιδιαίτερα ευάλωτος στο στρες. Οι ΨΔ (π.χ. κατάθλιψη, διαταραχή μετατραυματικού στρες, διπολική διαταραχή) προκαλούν συρρίκνωση του ιππόκαμπου. Η σωματική άσκηση βελτιώνει τη δομική πλαστικότητα (π.χ. νευρογένεση και δενδριτική αναδιαμόρφωση) και τη λειτουργική πλαστικότητα (π.χ. συναπτική πλαστικότητα) στον ιππόκαμπο. Η νευρογένεση του εγκεφάλου αυξάνεται από τα αντικαταθλιπτικά φάρμακα και η άσκηση παρομοίως μειώνει τα καταθλιπτικά συμπτώματα αυξάνοντας τη νευρογένεση του εγκεφάλου [7, 15, 17, 19-20, 52, 67-70].

Παράλληλα, η σωματική άσκηση είναι η καλύτερη φυσιολογική μέθοδος της μιτοχονδριακής βιογένεσης [44], κύριος ρυθμιστής της οποίας, όπως και της μεταβολικής υγείας των μυών, είναι ο συνενεργοποιητής 1α του ενεργοποιούμενου από πολυηλαπλάσιαστές των υπεροξυσωμάτων υποδοχέα γ (peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha, PGC-1α). Η ενεργοποίηση του PGC-1α είναι ανάλογη της έντασης της άσκησης και ρυθμίζει πολλούς παράγοντες που εμπλέκονται στη μιτοχονδριακή ομοιοσταση και τις μεταβολικές προσαρμογές. Η έκφραση του PGC-1α μειώνεται με την καθιστική ζωή και η μείωση αυτή παρατηρείται σε άτομα με έντονη υποκινητικότητα όπως είναι και οι πάσχοντες από ΨΔ [52, 70].

Είναι σημαντικό ωστόσο να τονιστεί ότι στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται και άλλοι NM, μέσω των οποίων, οι συμμετέχοντες σε μακροχρόνια προγράμματα σωματικής άσκησης βελτιώνουν την υγεία τους και το προσδόκιμο ζωής τους. Ο πρώτος από αυτούς είναι η θετική συσχέτιση της άσκησης με το μήκος των τελομερών. Τα τελομερή, που συνδέονται άμεσα με το προσδόκιμο ζωής, είναι ειδικές επαναληπτικές αλληλουχίες ζευγών βάσεων που βρίσκονται στα άκρα των γραμμικών μορίων DNA. Το κάπνισμα, η παχυσαρκία και το χρόνιο άγχος είναι ορισμένοι από τους λόγους που αυξάνεται η οξειδωτική βλάβη του οργανισμού, επηρεάζοντας αρνητικά το μήκος των τελομερών [52, 71]. Μελέτες έχουν δείξει ότι τα μήκη των τελομερών αυξάνονται μετά από χρόνια προπόνηση αντοχής. Τα άτομα με υψηλότερη καρδιοαναπνευστική ικανότητα έχουν και μεγαλύτερα μήκη τελομερών [52, 72].

Ο δεύτερος NM είναι οι επιγενετικές τροποποιήσεις μέσω της σωματικής άσκησης. Η σωματική άσκηση, έχει αποδειχθεί ότι είναι ένας από τους ισχυρότερους μη φαρμακολογικού τύπου επιγενετικούς ρυθμιστές. Τα ευρήματα τεκμηριώνουν την άποψη ότι η σωματική

άσκηση ασκεί μεγάλη επίδραση στο καρδιαγγειακό σύστημα μέσω της βελτίωσης της αντιοξειδωτικής ικανότητας, μέσω των μεταβολών στην αρχιτεκτονική του ενδοθηλίου και τελικά μέσω των επιγενετικών τροποποιήσεων (με σημαντικότερη τη μεθυλίωση του DNA). Η σωματική άσκηση προκαλεί επιγενετικές τροποποιήσεις, οι οποίες ρυθμίζουν τους μηχανισμούς μεταγραφής διαφόρων γονιδίων στον εγκέφαλο. Συντονίζει κατά αυτόν τον τρόπο τις προσαρμοστικές συμπεριφορικές αντιδράσεις σε στρεσογόνες καταστάσεις. Συνεπώς, η σωματική άσκηση, με τη μεσολήβηση των επιγενετικών μηχανισμών, προάγει τη νευρογένεση, την νευροπλαστικότητα και τη γρηγορότερη αποκατάσταση των βλαβών στον εγκέφαλο [52, 70, 73-74].

Τέλος, ο τρίτος NM είναι η αντιφλεγμονώδης επίδραση που ασκεί η άσκηση. Φλεγμονώδης απόκριση παρατηρείται μόλις τα κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος ανιχνεύσουν σημάδια λοίμωξης ή ιστικού τραυματισμού. Η μυϊκή καταπόνηση κατά τη διάρκεια της άσκησης προκαλεί φλεγμονώδη απόκριση που συνοδεύεται από διήθηση μακροφάγων και ουδετερόφιλων στους κατεστραμμένους ιστούς. Η παραπάνω διαδικασία είναι ο τρόπος που επιτυγχάνεται η αύξηση της μυϊκής μάζας και η μείωση της λειτουργικής αναπηρίας και της κόπωσης [45, 52, 75-76].

Μέσω όλων των παραπάνω NM που αναφέρονται στην βιβλιογραφία, μπορούν υπό κατάλληλες προϋποθέσεις (π.χ. μακροχρόνια συμμετοχή σε δομημένα προγράμματα άσκησης) να ωφεληθούν σημαντικά και οι ασθενείς με ΨΔ.

Προγράμματα άσκησης για άτομα με ΨΔ

Η σωματική άσκηση λοιπόν, μπορεί να αναγνωριστεί ως θεραπεία πρώτης γραμμής για αρκετές ΨΔ. Η βιβλιογραφία τονίζει ότι η επιτυχία ή η αποτυχία ενός προγράμματος άσκησης για άτομα με ΨΔ εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως ο τύπος, η ένταση, η συχνότητα και η διάρκεια της άσκησης, η ηλικία και η φυσική κατάσταση του ασθενούς, η μακροχρόνια δέσμευση και το αν γίνεται ατομικά ή ομαδικά [18, 55, 59]. Επίσης τα προγράμματα άσκησης πρέπει να σχεδιάζονται, να επιβλέπονται και να καθοδηγούνται από εξειδικευμένους εκπαιδευτικούς ειδικής φυσικής αγωγής με εμπειρία στα σωματικά και ψυχολογικά χαρακτηριστικά των ασθενών με ΨΔ [18, 37-38, 53].

Όσον αφορά την συνταγογράφηση της⁵⁴, οι κατευθυντήριες οδηγίες της ΕΨΕ συστήνουν τη χρήση αερόβιας άσκησης μέτριας/έντονης έντασης με συχνότητα 2-3 φορές την εβδομάδα και συνολική διάρκεια 150 λεπτά, ώστε να επιτευχθούν τα προαναφερθέντα βιολογικά, κοινωνικά και ψυχολογικά οφέλη [42, 53]. Άλλοι ερευνητές υποδεικνύουν ότι τα άτομα με ΨΔ πρέπει να ασκούνται με μέτριας έντασης άσκηση επίσης για 150 λεπτά την εβδομάδα ή πέντε ημέρες την εβδομάδα με 30 λεπτά την ημέρα [76]. Όταν όμως η δραστηριότητα είναι έντονη θα πρέπει να εκτελείται

τουλάχιστον τρεις ημέρες την εβδομάδα για τουλάχιστον 75 λεπτά τη συνεδρία [77].

Οι ευεργετικές επιπτώσεις που σχετίζονται με την άσκηση μπορούν να λάβουν χώρα με τη συμμετοχή σε μακροχρόνια αθλή και σε βραχυχρόνια προγράμματα άσκησης. Ωστόσο, η έρευνα έχει δείξει ότι σημαντικά οφέλη στη μείωση των αγχωτικών και καταθλιπτικών συμπτωμάτων των ατόμων με ΨΔ επιτυγχάνονται σε μεγαλύτερη κλίμακα όταν συμμετέχουν σε μακροχρόνια προγράμματα [61-62, 78-80] άσκησης από ότι σε βραχυχρόνια προγράμματα άσκησης [81-87].

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συμπερασματικά, η σωματική άσκηση μπορεί να προσφέρει πολλά ψυχολογικά, σωματικά και κοινωνικά οφέλη αθλή και να μειώσει τη σοβαρότητα πολλών συμπτωμάτων που σχετίζονται με διάφορες ΨΔ. Υπάρχουν πολλές νευροβιολογικές «υποθέσεις» που μπορούν να εξηγήσουν τη μεγάλη ποικιλία των παρατηρούμενων αποκρίσεων του οργανισμού στην άσκηση. Η συμμετοχή σε προγράμματα άσκησης φαίνεται να βελτιώνει τη διάθεση ενεργοποιώντας συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφαλικού φλοιού και προκαλώντας την απελευθέρωση νευροδιαβιβαστών και νευροτροφικών παραγόντων. Παράλληλα, φαίνεται να προκαλεί τόσο νευρογένεση όσο και αγγειογένεση, οι οποίες είναι σημαντικές για τη βελτίωση της γνωστικής λειτουργίας και για τη βελτίωση της υγείας των ασθενών με ΨΔ.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Για την εξαγωγή ασφαλέστερων και πιο γενικευμένων συμπερασμάτων προτείνεται η δημιουργία αμιγών ομάδων ΨΔ (π.χ. μόνο με κατάθλιψη ή μόνο με ιδεοψυχαναγκαστική διαταραχή) οι οποίες θα αποτελούνται από αρκετούς συμμετέχοντες και θα συμμετέχουν σε μακροχρόνια προγράμματα σωματικής άσκησης με μέτρια προς υψηλή ένταση (60-85% VO_{2max}), ικανή διάρκεια (τουλάχιστον 6 μήνες) και συχνότητα (4-5 φορές/εβδομάδα) για την ανάπτυξη όλων των οφέλιμων προσαρμογών, σχεδιασμένα από εξειδικευμένους εκπαιδευτικούς ειδικής φυσικής αγωγής καθώς και παρακολούθηση όλων των αποτελεσμάτων για αρκετούς μήνες (follow up) μετά το πέρας των προγραμμάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] World Health Organization. Global Recommendations on Physical Activity for Health. WHO Press, Geneva, 2010.
- [2] Schmitt A, Reich-Erkelenz D, Hasan A, Falkai A. Aerobic exercise in mental disorders: from basic mechanisms to treatment recommendations. Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci., 2019;269:483-484.

- [3] Ströhle A. Sports psychiatry: mental health and mental disorders in athletes and exercise treatment of mental disorders. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci.*, 2019;269(5):485-498.
- [4] Ashdown-Franks G, Firth J, Carney R, Carvalho AF, Hallgren M, Koyankgi A et al. Exercise as medicine for mental and substance use disorders: A meta-review of the benefits for neuropsychiatric and cognitive outcomes. *Sports Med.*, 2019;1-20.
- [5] Zschucke E, Gaudlitz K, Ströhle A. Exercise and Physical Activity in Mental Disorders: Clinical and Experimental Evidence. *J Prev Med Public Health.*, 2013;46:S12-S21.
- [6] Alexandratos K, Barnett F, Thomas Y. The impact of exercise on the mental health and quality of life of people with severe mental illness: A critical review. *Br J Occup Med.*, 2012;75(2):48-60.
- [7] Carek PJ, Laibstain SE, Carek S. Exercise and the treatment of depression and anxiety. *Inter J Psych Med.*, 2011;41(1):15-28.
- [8] White RL, Babic MJ, Parker PD, Lubane DR, Astell-Burt T, Lonsdale C. Domain-specific physical activity and mental health: A meta-analysis. *Am J Prevent Med.*, 2017;52(5):653-666.
- [9] Lin WC, Zhang J, Leung GY, Clark RE. Chronic physical conditions in older adults with mental illness and/or substance use disorders. *J Am Geriatr Soc.*, 2011;59(10):1913-1921.
- [10] Scott D, Happell B. The high prevalence of poor physical health and unhealthy lifestyle behaviours in individuals with severe mental illness. *Issues Ment Health Nurs.*, 2011; 32(9): 589-597.
- [11] Dunn AL, Jewell JS. The effect of exercise on mental health. *Curr Sports Med Rep (American College of Sports Medicine).*, 2010;9(4):202-207.
- [12] Scott K, McGee MA, Schaaf D, Baxter J. Mental-physical comorbidity in an ethnically diverse population. *Soc Sci Med.*, 2008;66(5):1165-1173.
- [13] Ristau A. Benefits of exercise on mental health: Literature review [Master's alternative plan paper, Minnesota State University, Mankato]. Cornerstone: A Collection of Scholarly and Creative Works for Minnesota State University, Mankato 2020, 1-30, <https://cornerstone.lib.mnsu.edu/etds/983/>.
- [14] Mandolesi L, Polverino A, Montuori S, Foti F, Ferraioli G, Sorrentino P et al. Effects of Physical Exercise on Cognitive Functioning and Wellbeing: Biological and Psychological Benefits. *Front Psychol.*, 2018;9(509):1-11.
- [15] Mikkelsen K, Storjonavsky L, Polenakovic M, Bosevski M, Apostolopoulos V. Exercise and mental health. *Maturitas* 2017; 106:48-56.
- [16] Smith PJ, Merwin RM. The role of exercise in management of mental health disorders: an integrative review. *Annu Rev Med.*, 2021;72:45-6.
- [17] Baek SS. Role of exercise on the brain. *J Exerc Rehabil.*, 2016;12(5):380-385.
- [18] Makris K, Kollias K. Schizophrenia spectrum disorders and physical exercise. *Psychiatriki.*, 2021;32:132-140.
- [19] Firth J, Stubbs B, Vancampfort D, Schuch F, Lagopoulos J, Rosenbaum S et al. Effect of aerobic exercise on hippocampal volume in humans: A systematic review and meta-analysis. *Neuroimage.*, 2018;166:230-238.
- [20] Kandola A, Hendrikse J, Lucassen PJ, Yucel M. Aerobic Exercise as a Tool to Improve Hippocampal Plasticity and Function in Humans: Practical Implications for Mental Health Treatment. *Front Hum Neurosci.*, 2016;10:373.
- [21] Wipfli BM, Rethorst CD, Landers DM. The anxiolytic effects of exercise: a meta-analysis of randomized trials and dose-response analysis. *J Sport Exerc Psychol.*, 2008;30(4):392-410.
- [22] Petruzzello SJ, Jones AC, Tate AK. Affective responses to acute exercise: a test of opponent-process theory. *J Sports Med Phys Fitness.*, 1997;37(3):205-212.
- [23] Ströhle A, Graetz B, Scheel M, Wittmann A, Feller C, Heinz A, et al. The acute antipanic and anxiolytic activity of aerobic exercise in patients with panic disorder and healthy control subjects. *J Psychiatr Res.*, 2009;43(12):1013-1017.
- [24] Newman CL, Motta RW. The effects of aerobic exercise on childhood PTSD, anxiety, and depression. *Int J Emerg Ment Health.*, 2007;9(2):133-158.
- [25] Diaz AB, Motta R. The effects of an aerobic exercise program on posttraumatic stress disorder symptom severity in adolescents. *Int J Emerg Ment Health.*, 2008;10(1):49-59.
- [26] Manger TA, Motta RW. The impact of an exercise program on post-traumatic stress disorder, anxiety, and depression. *Int J Emerg Ment Health.*, 2005;7(1):49-5.
- [27] Herring MP, Jacob ML, Suveg C, Dishman RK, O'Connor PJ. Feasibility of exercise training for the short-term treatment of generalized anxiety disorder: a randomized controlled trial. *Psychother Psychosom.*, 2012;81(1):21-28.
- [28] Herring MP, Jacob ML, Suveg C, O'Connor P. Effects of short-term exercise training on signs and symptoms of generalized anxiety disorder. *Ment Health Phys Act.*, 2011; 4(2):71-77.
- [29] Jazaieri H, Goldin PR, Werner K, Ziv M, Gross JJ. A randomized trial of MBSR versus aerobic exercise for social anxiety disorder. *J Clin Psychol.*, 2012;68(7):715-31.
- [30] Lancer R, Motta R, Lancer D. The effect of aero-

- bic exercise on obsessive-compulsive disorder, anxiety, and depression: a preliminary investigation. *Behav Ther.*, 2007;30(3):53-62.
- [31] Brown RA, Abrantes AM, Strong DR, Mancebo MC, Menard J, Rasmussen SA, et al. A pilot study of moderate-intensity aerobic exercise for obsessive compulsive disorder. *J Nerv Ment Dis.*, 2007;195(6):514-520.
- [32] Rimer J, Dwan K, Lawlor DA, Greig CA, McMurdo M, Morley W, et al. Exercise for depression. *Cochrane Database Syst Rev.*, 2012;7:CD004366.
- [33] Dinas PC, Koutedakis Y, Flouris AD. Effects of exercise and physical activity on depression. *Ir J Med Sci.*, 2011;180(2):319-325.
- [34] Wright KA, Everson-Hock ES, Taylor AH. The effects of physical activity on physical and mental health among individuals with bipolar disorder: a systematic review. *Ment Health Phys Act.*, 2009;2(2):86-94.
- [35] Ng F, Dodd S, Berk M. The effects of physical activity in the acute treatment of bipolar disorder: a pilot study. *J Affect Disord.*, 2007;101(1-3):259-262.
- [36] Sundgot-Borgen J, Rosenvinge JH, Bahr R, Schneider LS. The effect of exercise, cognitive therapy, and nutritional counseling in treating bulimia nervosa. *Med Sci Sports Exerc.*, 2002;34(2):190-195.
- [37] Κασιμάνης Γ, Κώτσικας Γ, Μπέκα Α. Ψυχογενής Ανορεξία και Άσκηση. *Ψυχιατρ Παιδιού Εφήβου.*, 2019-2020;(7-8):20-33.
- [38] Κασιμάνης Γ, Κώτσικας Γ, Μπέκα, Α. Εξατομικευμένο Πρόγραμμα Άσκησης σε Έφηβη με Ψυχογενή Ανορεξία Μετά την Ανάρρωσή της. *Ψυχιατρ Παιδιού Εφήβου.*, 2021;(9):18-26.
- [39] Marzolini S, Jensen B, Melville P. Feasibility and effects of a group-based resistance and aerobic exercise program for individuals with schizophrenia: a multidisciplinary approach. *Ment Health Phys Act.*, 2009;2(1):29-36.
- [40] Pajonk FG, Wobrock T, Gruber O, Scherk H, Berner D, Kaizl I, et al. Hippocampal plasticity in response to exercise in schizophrenia. *Arch Gen Psychiatry.*, 2010;67(2):133-143.
- [41] Beebe LH, Tian L, Morris N, Goodwin A, Allen SS, Kuldau J. Effects of exercise on mental and physical health parameters of persons with schizophrenia. *Issues Ment Health Nurs.*, 2005;26(6):661-676.
- [42] Fernandes J, Arida RM, Gomez-Pinilla F. (2017). Physical exercise as an epigenetic modulator of brain plasticity and cognition. *Neurosci Biobehav Rev.*, 2017;80:443-456.
- [43] Θεοδωράκης Γ. Άσκηση και ψυχική υγεία. Στο: Άσκηση και ποιότητα ζωής. Εκδόσεις Αφοί Κυριακίδη, Θεσσαλονίκη, 2017.
- [44] Bishop DJ, Botella J, Genders AJ, Lee MJC, Saner NJ, Kuang J et al. High-Intensity Exercise and Mitochondrial Biogenesis: Current Controversies and Future Research Directions. *Physiology (Bethesda).*, 2019;34(1):56-70.
- [45] Ji LL, Kang C, Zhang Y. Exercise-induced hormesis and skeletal muscle health. *Free Radic Biol Med.*, 2016;98:113-122.
- [46] Heijnen S, Hommel B, Kibe A, Colzato L. Neuromodulation of Aerobic Exercise—A Review. *Front Psychol.*, 2016;6:1-6.
- [47] Ignácio ZM, Réus GZ, Arent CO, Abelaira HM, Pitcher MR, Quevedo J. New perspectives on the involvement of mTOR in depression as well as in the action of antidepressant drugs. *Br J Clin Pharmacol.*, 2016;82(5):1280-1290.
- [48] Réus GZ, Quevedo J, Rodrigues AL. mTOR signaling in the neuropathophysiology of depression: current evidence. *J Recept Ligand Chan Res.*, 2015;8:65-74.
- [49] Watson K, Baar K. mTOR and the health benefits of exercise. *Semin Cell Develop Biol.*, 2014;36:130-139.
- [50] Raglin J, Wilson G. Exercise and its effects on mental health. In: Bouchard C, Blair SN, Haskell WL (eds), *Physical Activity and Health* (2nd ed.). Human Kinetics, Leeds, 2012.
- [51] Marin TM, Keith K, Davies B, Conner DA, Guha P, Kalaitzidis D et al. Rapamycin reverses hypertrophic cardiomyopathy in a mouse model of LEOPARD syndrome-associated PTPN11 mutation. *Clin Invest.*, 2011;121(3):1026-1043.
- [52] Σαρικάβάζης Ν. Πως η σωματική άσκηση επηρεάζει συγκεκριμένους βιοδείκτες και προάγει την μεταβολική υγεία. Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Τμήμα Βιοϊατρικών Επιστημών: Διπλωματική εργασία, 2021.
- [53] Stubbs B, Vancampfort D, Hallgren M, Firth J, Veronese N, Solmi M et al. EPA guidance on physical activity as a treatment for severe mental illness: a meta-review of the evidence and Position Statement from the European Psychiatric Association (EPA), supported by the International Organization of Physical Therapists in Mental Health (IOPTMH). *Eur Psychiatry.*, 2018;54:124-144.
- [54] Sallis RE. Exercise is medicine and physicians need to prescribe it! *Br J Sports Med.*, 2009; 43(1):3-4.
- [55] Firth J, Rosenbaum S, Stubbs B, Gorkzynski P, Yung AR, Vancampfort D. Motivating factors and barriers towards exercise in severe mental illness: a systematic review and meta-analysis. *Psychol Med.*, 2016;46:2869-2881.
- [56] DeVries HA. Tension reduction with exercise. In: Morgan WP, Goldston SE (eds) *Exercise and mental health*. Hemisphere, Washington, 1987.

- [57] Zamani Sani SH, Fathirezaie Z, Brand S, Pühse U, Holsboer-Trachsler E, Gerber M et al. Physical activity and self-esteem: testing direct and indirect relationships associated with psychological and physical mechanisms. *Neuropsychiatr Dis Treat.*, 2016;12:2617-2625.
- [58] Rodgers WM, Markland D, Selzler AM, Murray TC, Wilson PM. Distinguishing perceived competence and self-efficacy: an example from exercise. *Res Q Exerc Sport.*, 2014;85:527-539.
- [59] Weinberg RS, Gould D. Exercise and Psychological Well-Being. In: *Foundations of sport and exercise psychology* 6th ed. Human Kinetics, Champaign IL, 2015.
- [60] Chaddock-Heyman L, Erickson KI, Holtrop JL, Voss MW, Pontifex MB, Raine LB et al. Aerobic fitness is associated with greater white matter integrity in children. *Front Hum Neurosci.*, 2014;8(584):1-7.
- [61] Erickson KI, Voss MW, Prakash RS, Basak C, Szabo A, Chaddock-Heyman L et al. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc Natl Acad Sci USA.*, 2011;108: 3017-3022.
- [62] Colcombe SJ, Erickson KI, Scalf PE, Kim JS, Prakash R, McAuley E et al. Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.*, 2006;61:1166-1170.
- [63] Erickson KI, Miller DL, Weinstein AM, Akl SL, Banducci S. Physical activity and brain plasticity in late adulthood: a conceptual and comprehensive review. *Ageing Res.*, 2012;3:34-47.
- [64] Lieberman DE. Is Exercise Really Medicine? An Evolutionary Perspective. *Curr Sports Med Rep.*, 2015;14(4):313-319.
- [65] Dietrich A, Audiffren M. The reticular-activating hypofrontality (RAH) model of acute exercise. *Neurosci Biobehav Reviews.*, 2011;35(6):1305-1325.
- [66] Liu X, Jin Yang L, Juan Fan S, Jian H, Pan F. Swimming exercise effects on the expression of HSP70 and iNOS in hippocampus and prefrontal cortex in combined stress. *Neurosci Lett.*, 2010;476(2):99-103.
- [67] Cotman C, Berchtold N, Christie LA. Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation. *Trends Neurosci.*, 2007;30(9):464-472.
- [68] Yau SSU, Li A, Sun X, Fontaine CJ, Christie BR, So KF. Potential Biomarkers for Physical Exercise-Induced Brain Health. In Wang M, Witzmann F (eds) *Role of Biomarkers in Medicine*. INTECH, 2016.
- [69] Portugal EMM, Cevada T, Monteiro-Junior RS, Guimarães, TT, Rubini EC, Lattari E et al. Neuroscience of Exercise: From Neurobiology Mechanisms to Mental Health. *Neuropsychobiology.*, 2013;68:1-14.
- [70] Ntanasis-Stathopoulos J, Tzanninis JG, Philippou A, Koutsilieris, M. Epigenetic regulation on gene expression induced by physical exercise. *J Musculoskelet Neuronal Interact.*, 2013;13(2):133-146.
- [71] Shammass MA. Telomeres, lifestyle, cancer, and aging. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.*, 2011;14(1):28-34.
- [72] Arsenis N, You T, Ogawa E, Tinsley G, Zuo L. Physical activity and telomere length: Impact of aging and potential mechanisms of action. *Oncotarget.*, 2017;8(27): 45008-45019.
- [73] Ferioli M, Zauli G, Maiorano P, Milani D, Mirandola P, Neri Lm. Role of physical exercise in the regulation of epigenetic mechanisms in inflammation, cancer, neurodegenerative diseases, and aging process. *Cell Physiol.*, 2019;234(9):14852-14864.
- [74] Grazioli E, Dimauro I, Mercatelli N, Wang G, Pitsiladis Y, Di Luigi L et al. Physical activity in the prevention of human diseases: role of epigenetic modifications. *BMC Genomics.*, 2017;18(802):111-123.
- [75] Metsios G, Moe R, Kitis G. Exercise and inflammation. *Best Pract Res Clin Rheumatol.*, 2020;34(2):101504.
- [76] Stanton R, Reaburn R. Exercise and the treatment of depression: A review of the exercise program variables. *J Sci Med Sport.*, 2014;17:177-182.
- [77] Stanton R, Happell B, Raeburn P. The mental health benefits of regular physical activity, and its role in preventing depressive illness. *Nurs Res Review.*, 2014;4:45-53.
- [78] Mandolesi L, Gelfo F, Serra L, Montuori S, Polverino A, Curcio G et al. Environmental factors promoting neural plasticity: insights from animal and human studies. *Neural Plast.*, 2017;1-10.
- [79] Biddle SJH, Atkin AJ, Cavill N, Foster C. Correlates of physical activity in youth: a review of quantitative systematic reviews. *Int Rev Sport Exerc Psychol.*, 2011;4:25-49.
- [80] Hillman CH, Erickson KI, Kramer AF. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nat Rev Neurosci.*, 2008;9:58-65.
- [81] Basso JC, Suzuki WA. The effects of acute exercise on mood, cognition, neurophysiology and neurochemical pathways: a review. *Brain Plast.*, 2017;2:127-152.
- [82] Ludyga S, Gerber M, Brand S, Holsboer-Trachsler E, Pühse U. Acute effects of moderate aerobic exercise on specific aspects of executive function in different age and fitness groups: a meta-analysis. *Psychophysiology.*, 2016;53:1611-1626.

- [83] Chang YK, Labban JD, Gapin JI, Etnier JL. The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain Res.*, 2012;1453:87-101.
- [84] Chang YK, Tsai CL, Hung TM, So EC, Chen FT, Etnier JL. Effects of acute exercise on executive function: a study with a tower of London task. *J Sport Exerc Psychol.*, 2011;33:847-865.
- [85] Lambourne K, Tomporowski PD. The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: a meta-regression analysis. *Brain Res.*, 2010;1341:12-24.
- [86] Bartholomew JB, Morrison D, Ciccolo JT. Effects of acute exercise on mood and well-being in patients with major depressive disorder. *Med Sci Sport Exerc.*, 2005;37:2032-2037.
- [87] Tomporowski PD. Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta Psychol.*, 2003;112:297-324.

- [i] VO_{2max} : μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου, δηλαδή, ο ανώτατος όγκος οξυγόνου που μπορούν να καταναλώσουν οι ιστοί ενός ατόμου στη μονάδα του χρόνου. Αντανακλά την αερόβια ικανότητα, δηλαδή την ικανότητα του οργανισμού να προσλαμβάνει και να μεταφέρει οξυγόνο, από την ατμόσφαιρα στους ιστούς και να το καταναλώνει για την παραγωγή μυϊκής ενέργειας.