

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ REVIEW

Στοιχεία παθοφυσιολογίας ατόμων με νοητική υστέρηση και η σημασία της συστηματικής άσκησης στην προαγωγή της υγείας τους

Τα επιστημονικά δεδομένα σχετικά με την επίδραση της άσκησης στην υγεία και στη λειτουργική ικανότητα του γενικού πληθυσμού έχουν αποδείξει ότι η τακτική συμμετοχή σε προγράμματα άσκησης προάγει την υγεία, την ευεξία και την ποιότητα ζωής. Επίσης, είναι αποδεκτό ότι επιμέρους ομάδες πληθυσμού, όπως είναι τα άτομα με νοητική υστέρηση (ΝΥ), χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερα κλινικά χαρακτηριστικά και παθοφυσιολογικούς μηχανισμούς, οι οποίοι οδηγούν, σύμφωνα με τη γνώμη πολλών επιστημόνων, σε αυξημένη νοσηρότητα και θνησιμότητα. Επίσης, η παρατηρηθείσα στα άτομα με ΝΥ ταυτόχρονη συνύπαρξη πολλαπλών παραγόντων κινδύνου (παχυσαρκία, υπέρταση, δυσλιπιδαιμία, απουσία άσκησης κ.ά.) αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης χρόνιων νόσων (καρδιαγγειακή νόσος, καρκίνος, σακχαρώδης διαβήτης τύπου 2), επιβαρύνοντας περαιτέρω την υγεία τους. Η κατάσταση επιδεινώνεται ακόμη περισσότερο όταν με τη ΝΥ συνυπάρχουν και συνοδά γενετικά σύνδρομα, όπως το σύνδρομο Down (ΣD), το οποίο χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα παθοφυσιολογικά χαρακτηριστικά. Αναφορικά με τα προγράμματα άσκησης, υπάρχουν επαρκείς επιστημονικές ενδείξεις που υποστηρίζουν τη θετική τους επίδραση στην υγεία των ατόμων με ΝΥ. Επίσης, παρά τη διαφορετικότητα των εφαρμοζόμενων πρωτοκόλλων, έχει αποδειχθεί ότι η πρώιμη και συστηματική συμμετοχή σε τέτοιου είδους προγράμματα, εκτός από την προαγωγή της φυσικής κατάστασης, επιφέρει βελτίωση τόσο στους δείκτες φλεγμονής όσο και στο λιπιδαιμικό προφίλ, με παράλληλη αύξηση της παραγωγής αντιοξειδωτικών ενζύμων. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν, έπειτα από ενδελεχή ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας (της τελευταίας πενταετίας 2004–2009), η καταγραφή των ιδιαίτερων παθοφυσιολογικών χαρακτηριστικών των ατόμων με ΝΥ με ή χωρίς σύνδρομο Down, τα οποία θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη κατά το σχεδιασμό των προγραμμάτων άσκησης, καθώς και η παρουσίαση των ήδη εφαρμοσμένων πρωτοκόλλων άσκησης και των αντίστοιχων επιδράσεών τους στις παραμέτρους της φυσικής κατάστασης (αερόβια ικανότητα, μυϊκή δύναμη, αντοχή), στους δείκτες φλεγμονής (C-αντιδρώσα πρωτεΐνη, κυτταροκίνες κ.ά.), στο λιπιδαιμικό προφίλ (HDL-χοληστερόλη, LDL-χοληστερόλη, αθηρωματικοί δείκτες), στην παχυσαρκία, στην αρτηριακή υπέρταση, καθώς και στη γενικότερη υγεία και ευεξία των ατόμων με ΝΥ.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Άτομα με νοητική υστέρηση (ΝΥ) ονομάζονται τα άτομα εκείνα, τα οποία παρουσιάζουν κάτω του μέσου όρου γενική νοητική λειτουργία, που συνυπάρχει με ανεπάρκεια στην προσαρμοστική συμπεριφορά, όπως αυτή εκδηλώνεται κατά την περίοδο της ανάπτυξης (American Association on Mental Deficiency, AAMD).

Η ΝΥ μπορεί να εμφανιστεί από τη γέννηση και καθ' όλη τη διάρκεια της αναπτυξιακής ηλικίας. Εφ' όσον παρουσιαστεί αργότερα, τότε αναφερόμαστε σε έκπτωση των νοητικών λειτουργιών, όπως συμβαίνει για παράδειγμα στη νόσο Alzheimer.

Παρά τις όποιες αντιρρήσεις αναφορικά με την αξιοπιστία και την εγκυρότητα των δοκιμασιών αξιολόγησης του

ΑΡΧΕΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ 2010, 27(5):753–766
ARCHIVES OF HELLENIC MEDICINE 2010, 27(5):753–766

Θ. Καστανιάς,
Σ. Τοκμακίδης

Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής
και Αθλητισμού, Δημοκρίτειο
Πανεπιστήμιο Θράκης, Κομοτηνή

Pathophysiology in people
with intellectual disability:
The importance of regular exercise
in their health

Abstract at the end of the article

Λέξεις ευρετηρίου

Άσκηση
Κυτταροκίνες
Νοητική υστέρηση
Σύνδρομο Down
Φυσική κατάσταση

Υποβλήθηκε 18.12.2009
Εγκρίθηκε 6.1.2010

βαθμού νοημοσύνης, έως και σήμερα η γενική νοημοσύνη αξιολογείται από συγκεκριμένες νοομετρικές κλίμακες, όπως οι κλίμακες Binet, WISC κ.ά. Σύμφωνα με την κλίμακα Leiter International Performance Scale,¹ τα άτομα χαρακτηρίζονται από ήπια ΝΥ όταν έχουν δείκτη νοημοσύνης 60–69, μέσου βαθμού ΝΥ όταν ο δείκτης κυμαίνεται από 41–59 και βαριά ΝΥ όταν ο δείκτης είναι ≤ 40 .

Η ΝΥ αποδίδεται σε γενετικά αίτια (χρωμοσωμικές ανωμαλίες, μεταβολικές νόσοι) και σε περιβαλλοντικές επιδράσεις (κατά τη διάρκεια της κύησης, του τοκετού, της αναπτυξιακής περιόδου), οι οποίες, στις περισσότερες των περιπτώσεων, είναι δύσκολο να προσδιοριστούν, πόσο μάλλον να αντιμετωπιστούν. Παρά το γεγονός όμως ότι ο προγεννητικός έλεγχος συμβάλλει στην έγκαιρη διάγνωση αρκετών διαταραχών που μπορεί να προκαλέσουν ΝΥ, άλλοι παράγοντες, οι οποίοι πιθανόν να υφίστανται κατά τη διάρκεια του τοκετού ή να εμφανιστούν σε κάποια περίοδο της ζωής του ανθρώπου, ενδεχομένως να οδηγήσουν σε ΝΥ ή σε έκπτωση της πνευματικής λειτουργίας.

Κοινή είναι επίσης η πεποίθηση ότι τα άτομα με ΝΥ χαρακτηρίζονται από μειωμένη κινητικότητα και από την υιοθέτηση λανθασμένων διαιτητικών προτύπων και κανόνων υγιεινής. Η υποκινητικότητα που χαρακτηρίζει την ομάδα των νοητικά υστερούντων ατόμων ενισχυόταν στο παρελθόν από το ίδιο το οικογενειακό περιβάλλον εξαιτίας της λανθασμένης αντίληψης που επικρατούσε ότι η συμμετοχή σε προγράμματα άσκησης, έστω και ήπιας μορφής, μπορεί να επιδεινώσει την ήδη βεβαρημένη κατάσταση της υγείας τους. Στις ημέρες μας, τα επιστημονικά δεδομένα αναδεικνύουν το σημαντικότερο ρόλο της συστηματικής και κατάλληλα δομημένης άσκησης στην προαγωγή της φυσικής κατάστασης και της υγείας, καθιστώντας τα άτομα αυτά περισσότερο ανεξάρτητα και λειτουργικά.

Η υιοθέτηση λανθασμένων προτύπων συμπεριφοράς από τα άτομα με ΝΥ οδηγεί στην εμφάνιση πολλαπλών παραγόντων κινδύνου, όπως είναι η παχυσαρκία, η υπέρταση, η αντίσταση στην ινσουλίνη κ.ά. Δεν θα πρέπει, ωστόσο, να παραβλέπεται το γεγονός ότι πολλοί από τους συγκεκριμένους παράγοντες είναι τροποποιήσιμοι, μέσω της υιοθέτησης κατάλληλων παρεμβατικών μέτρων άσκησης και διατροφής. Δυστυχώς, όμως, τα άτομα με ΝΥ χρειάζονται καθοδήγηση και υποστήριξη, αφού, τις περισσότερες φορές, δεν είναι σε θέση να συνειδητοποιήσουν το πρόβλημα και αυτόβουλα να υιοθετήσουν στρατηγικές με σκοπό την πρωτογενή ή τη δευτερογενή πρόληψη.

2. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΝΟΗΤΙΚΗ ΥΣΤΕΡΗΣΗ

Τα άτομα με ΝΥ παρουσιάζουν αρκετούς παράγοντες

κινδύνου, οι οποίοι οφείλονται αφ' ενός σε συγκεκριμένα γενετικά αίτια (παθοφυσιολογικοί μηχανισμοί) και αφ' ετέρου στην υιοθέτηση λανθασμένων προτύπων συμπεριφοράς (π.χ. καθιστικός τρόπος ζωής, υπερλιπιδαιμική διατροφή, κατάχρηση καπνού ή αλκοολούχων ποτών). Πιο συγκεκριμένα, οι βασικότεροι παράγοντες κινδύνου που εμφανίζονται τα άτομα αυτά συνοψίζονται στους κάτωθι:

2.1. Παχυσαρκία

Η παχυσαρκία, ως πάθηση, είναι πολυπαραγοντικής αιτιολογίας, καθώς προκαλείται από ποικιλία περιβαλλοντικών, γενετικών, κοινωνικών και οικονομικών παραγόντων. Επίσης, είναι πλέον καλά τεκμηριωμένη η θετική συσχέτιση μεταξύ παχυσαρκίας και επίπτωσης καρδιαγγειακής νόσου. Παρά το γεγονός ότι πολλές έρευνες, οι οποίες έχουν διεξαχθεί τόσο στον ελληνικό όσο και στο διεθνή χώρο, αξιολογούσαν τα επίπεδα παχυσαρκίας παιδιών και ενηλίκων του γενικού πληθυσμού,²⁻⁵ τα δεδομένα για την ομάδα των ατόμων με ΝΥ είναι περιορισμένα. Από την ανασκόπηση της υπάρχουσας βιβλιογραφίας καταγράφεται ο αυξημένος επιπολασμός της παχυσαρκίας και των μεταβολικών διαταραχών στα άτομα με ΝΥ,^{6,7} με αποτέλεσμα να μειώνεται δραστικά το προσδόκιμο επιβίωσης της συγκεκριμένης πληθυσμιακής ομάδας.⁸⁻¹⁰ Μάλιστα, οι Matsumoto et al¹¹ υποστήριξαν ότι οι αυξημένοι δείκτες παχυσαρκίας οδηγούν σε υπερλειτουργία του αυτόνομου νευρικού συστήματος, η οποία με τη σειρά της ενδεχεται να προκαλέσει καρδιαγγειακή νόσο.

Ωστόσο, θα πρέπει να τονιστεί ότι τα άτομα με ΝΥ, είτε εμφανίζουν χρωμοσωμικές ανωμαλίες είτε όχι, παρουσιάζουν κάποιες ιδιαιτερότητες αναφορικά με τους δείκτες παχυσαρκίας. Πιο συγκεκριμένα, σε έρευνα του Hove,¹² σε δείγμα 273 ατόμων με ΝΥ, διαπιστώθηκε ότι τα άτομα που χαρακτηρίζονταν από βαριά ΝΥ είχαν χαμηλότερο του φυσιολογικού δείκτη μάζας σώματος (ΔΜΣ), ως αποτέλεσμα της ελλιπούς διατροφής, της άρνησης σίτισης και της αυτοπρόκλησης εμέτου. Αντίθετα, τα άτομα με μέσου βαθμού ΝΥ εμφάνιζαν υψηλούς δείκτες παχυσαρκίας, καθώς χαρακτηρίζονταν από βουλιμικές τάσεις. Ομοίως, σε έρευνα των Lahtinen et al¹³ διαπιστώθηκε ότι τα άτομα με ΝΥ που εργάζονταν ή πήγαιναν σχολείο, στο πλαίσιο της αυτόνομης ή ημιαυτόνομης διαβίωσης, παρουσίαζαν υψηλότερους δείκτες παχυσαρκίας σε σχέση με τα νοητικά υστερούντα άτομα που διέμεναν σε ίδρυμα. Επίσης, στην ίδια μελέτη διαπιστώθηκε ότι οι δείκτες παχυσαρκίας που χαρακτηρίζουν τα άτομα με ΝΥ αυξάνονται με πολύ ταχύτερους ρυθμούς συγκριτικά με το γενικό πληθυσμό, με αποτέλεσμα στην τρίτη δεκαετία της ζωής τους το 70% των ατόμων με ΝΥ να έχουν ΔΜΣ $>25 \text{ kg/m}^2$ και, συνεπώς,

να κατατάσσονται στην κατηγορία των υπέρβαρων (ΔΜΣ >25 kg/m²) ή παχυσάρκων (ΔΜΣ >30 kg/m²) ατόμων. Τα συμπεράσματα αυτά συμφωνούν με τα δεδομένα και άλλων ερευνητών,^{12,14-18} όπου διαπιστώνεται ο αυξημένος επιπολασμός της παχυσαρκίας στη συγκεκριμένη πληθυσμιακή ομάδα.

2.2. Απουσία συστηματικής άσκησης

Αποτελεί πλέον κοινή πεποίθηση στην επιστημονική κοινότητα ότι η απουσία συστηματικής άσκησης συμβάλλει καθοριστικά στην έκπτωση των παραμέτρων της φυσικής κατάστασης, με αποτέλεσμα την πτωχή καρδιοαναπνευστική λειτουργική ικανότητα, τη μειωμένη μυϊκή δύναμη και αντοχή, την περιορισμένη λειτουργικότητα, ενώ με την πάροδο των ετών το άτομο γίνεται επιρρεπές σε εκφυλιστικά νοσήματα φθοράς, όπως είναι η καρδιαγγειακή νόσος, ο σακχαρώδης διαβήτης τύπου 2, η χρόνια αναπνευστική πνευμονοπάθεια, η καρκινογένεση, με άμεση αρνητική επίπτωση και στην ίδια την ποιότητα ζωής.

Πιο συγκεκριμένα, σε έρευνα των Peterson et al,¹⁹ σε δείγμα 131 ενηλίκων ατόμων με ΝΥ, καταγράφηκε η πενιχρή συμμετοχή τους σε απλές δραστηριότητες προαγωγής της φυσικής κατάστασης, όπως το περπάτημα, με αποτέλεσμα μόνο ένα μικρό ποσοστό της τάξης του 14,1% να εκτελεί 10.000 βήματα ημερησίως, επιβάρυνση η οποία αποτελεί κριτήριο επαρκούς φυσικής δραστηριότητας για την προαγωγή της υγείας, της ευεξίας και της ποιότητας ζωής. Επίσης, στην ίδια μελέτη καταγράφηκε περαιτέρω μείωση της φυσικής δραστηριότητας τα απογεύματα και τα Σαββατοκύριακα, χρονικές περίοδοι κατά τις οποίες αυξάνεται ο χρόνος τηλεθέασης και κατανάλωσης φαγητού, ενώ διαπιστώθηκε ότι όσο χαμηλότερο δείκτη νοημοσύνης είχε κάποιος τόσο μικρότερη ήταν και η εμπλοκή του σε αθλητικές δραστηριότητες.

Η περιορισμένη συμμετοχή της συγκεκριμένης ομάδας πληθυσμού στα προγράμματα άσκησης αποδόθηκε στον παθητικό τρόπο ζωής,^{20,21} στην απουσία κινήτρων²² και σε ψυχολογικούς-βιολογικούς παράγοντες,²³ οι οποίοι αποτελούν τροχοπέδη στην εμπλοκή των ατόμων αυτών σε αθλητικές δραστηριότητες.

2.3. Αρτηριακή υπέρταση

Η αρτηριακή υπέρταση (ΑΥ), ως γνωστό, αποτελεί και αυτή προδιαθεσικό παράγοντα εμφάνισης καρδιαγγειακής νόσου. Σε μελέτη των Starr et al,²⁴ αναδείχθηκε η αρνητική συσχέτιση μεταξύ του δείκτη νοημοσύνης (νοητικό πηλίκο) και της αρτηριακής πίεσης που εμφανίζεται κατά την ενήλικη ζωή, δηλαδή όσο χαμηλότερο δείκτη νοημοσύνης

έχει κάποιος τόσο αυξάνονται οι πιθανότητες να γίνει υπερτασικός στο μέλλον.

Υπάρχουν, επίσης, ισχυρές επιστημονικές ενδείξεις ότι πολλά άτομα με ΝΥ παρουσιάζουν αυξημένη συχνότητα ΑΥ με παράλληλη γραμμική αύξηση της θνησιμότητας λόγω καρδιαγγειακής νόσου.^{25,26} Η υψηλή νοσηρότητα και θνησιμότητα αιτιολογούνται από το γεγονός ότι τα άτομα με ΝΥ, παράλληλα με την ΑΥ, συγκεντρώνουν περισσότερους παράγοντες κινδύνου (παχυσαρκία, απουσία άσκησης, κάπνισμα, δυσλιπιδαιμία, διαταραγμένη ανοχή στη γλυκόζη κ.ά.) σε σχέση με το γενικό πληθυσμό. Κατά συνέπεια, η νοσογόνος αυτή κατάσταση, σύμφωνα με τους ανωτέρω ερευνητές, αυξάνει τις πιθανότητες εμφάνισης μακρο- και μικρο-αγγειοπαθειών, μειώνοντας το προσδόκιμο επιβίωσης. Αντίθετα, άλλες μελέτες^{9,27,28} υποστηρίζουν ότι το προσδόκιμο επιβίωσης των ατόμων με ΝΥ, παρά τις υψηλότερες τιμές αρτηριακής πίεσης που εμφανίζουν, δεν είναι μειωμένο συγκριτικά με το γενικό πληθυσμό. Η πεποίθηση αυτή πιθανόν να αιτιολογείται από το ρόλο που διαδραματίζουν συγκεκριμένες κυτταροκίνες στην υγεία του καρδιαγγειακού συστήματος των ατόμων με ΝΥ και κυρίως εκείνων που πάσχουν από σύνδρομο Down (ΣΔ), καθώς ο συγκεκριμένος πληθυσμός εμφανίζει αξιοσημείωτες ιδιαιτερότητες αναφορικά με τις συγκεντρώσεις και τη συνεπακόλουθη ενεργότητα τόσο της λεπτίνης όσο και της αδιπονεκτίνης.

Στο σημείο αυτό πρέπει να γίνει ιδιαίτερη αναφορά στη μελέτη των Morrison et al,²⁹ στην οποία υποστηρίζεται ότι τα άτομα με ΣΔ παρουσιάζουν χαμηλότερες τιμές αρτηριακής πίεσης συγκριτικά με το γενικό πληθυσμό, ενώ τα άτομα με ΝΥ χωρίς όμως τη συνύπαρξη ΣΔ χαρακτηρίζονται ως νορμοτασικά. Μια άλλη σημαντική διαπίστωση των ανωτέρω ερευνητών είναι ότι ενώ στα άτομα με ΣΔ η τιμή της αρτηριακής πίεσης παραμένει σταθερή με την πάροδο της ηλικίας, αυξάνεται στα άτομα με ΝΥ χωρίς όμως τη συνύπαρξη του συνδρόμου. Η σταθεροποίηση της ΑΠ στους ασθενείς με ΣΔ δεν οφείλεται, όπως υποστηρίζουν οι παραπάνω ερευνητές, στην υιοθέτηση ενός υγιεινού τρόπου ζωής, αλλά στα ιδιαίτερα κλινικά χαρακτηριστικά και τους παθοφυσιολογικούς μηχανισμούς που συνοδεύουν το σύνδρομο αυτό. Πιο συγκεκριμένα, οι Morrison et al²⁹ υποστηρίζουν ότι η χαμηλή ΑΠ που παρουσιάζουν τα άτομα με ΣΔ φαίνεται να σχετίζεται με τη νόσο Alzheimer, στην οποία, επίσης, οι ασθενείς παρουσιάζουν χαμηλή αρτηριακή πίεση, πιθανότατα εξαιτίας κάποιας δυσλειτουργίας του νευρικού συστήματος. Την άποψη αυτή έρχεται να ενισχύσει το γεγονός ότι πολλοί ασθενείς με ΣΔ εμφανίζουν αυξημένη επίπτωση της νόσου Alzheimer με την πάροδο της ηλικίας. Κατά συνέπεια, θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι η χαμηλή ΑΠ που παρουσιάζουν οι ασθενείς

με ΣΔ οφείλεται σε μια υποκλινική μορφή νευροπάθειας, η οποία υφίσταται μεν από τη νεαρή ηλικία, εκδηλώνεται όμως αργότερα με τη μορφή της νόσου Alzheimer.

3. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΛΕΠΤΙΝΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΑΔΙΠΟΝΕΚΤΙΝΗΣ ΣΤΗΝ ΠΡΟΚΛΗΣΗ ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΗΣ ΝΟΣΟΥ ΣΤΑ ΑΤΟΜΑ ΜΕ ΣΥΝΔΡΟΜΟ DOWN

Η ΝΥ, όπως ήδη αναφέρθηκε, είναι άμεσα συνδεδεμένη και με γενετικά σύνδρομα, από τα οποία το πλέον σύνηθες είναι το ΣΔ, που θεωρείται ως η πιο κοινή χρωμοσωμική ανωμαλία,³⁰ με συχνότητα εμφάνισης 1,36 για κάθε 1.000 γεννήσεις ζωντανών βρεφών.³¹ Εξαιτίας της σχετικά αυξημένης συχνότητας εμφάνισης του συνδρόμου αυτού και λόγω της διχογνωμίας που παρατηρείται αναφορικά με τον επιπολασμό της καρδιαγγειακής νόσου στα άτομα με ΝΥ και συνυπάρχον ΣΔ, κρίνεται χρήσιμη η παράθεση ορισμένων σημαντικών στοιχείων τα οποία πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη στη δομή και στη στοχοθεσία των προγραμμάτων άσκησης.

Από τα έως τώρα ερευνητικά δεδομένα υπάρχουν επισημονικές ενδείξεις ότι τα άτομα με ΣΔ παρουσιάζουν 4–16 φορές αυξημένη θνησιμότητα, κυρίως εξαιτίας αυξημένης εμφάνισης ισχαιμικής καρδιακής νόσου, αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου και θρομβώσεων,³² ενώ υψηλός (40–50%)³³ είναι και ο επιπολασμός των συγγενών καρδιοπαθειών, όπως για παράδειγμα το έλλειμμα του κοιλιοκοιλιακού διαφράγματος, η τετραλογία του Fallot και ο ανοικτός αρτηριακός πόρος.³⁴ Η αυξημένη συχνότητα εμφάνισης καρδιαγγειακών νοσημάτων αιτιολογείται εν μέρει από τις υψηλές συγκεντρώσεις λεπτίνης που παρουσιάζουν τα άτομα αυτά, δεδομένου ότι είναι επαρκώς τεκμηριωμένη η θετική συσχέτιση της υπερλεπτιναιμίας με την καρδιαγγειακή νοσηρότητα.³⁵ Ως παθογενετικός μηχανισμός δράσης θεωρείται η φλεγμονώδης υπερδιέγερση και η πρόκληση οξειδωτικού stress, καταστάσεις που επιφέρουν υπερτροφία των αγγειακών κυττάρων των λείων μυών με συνεπακόλουθη δυσλειτουργία του ενδοθηλίου.³⁶

Η λεπτίνη, επίσης, έχει συσχετιστεί θετικά με την αυξημένη συγκέντρωση των μορίων προσκόλλησης των ενδοθηλιακών κυττάρων (VCAM-1), που αποτελούν δείκτη ενδοθηλιακής βλάβης, με τις αυξημένες τιμές της C-αντιδρώσας πρωτεΐνης (CRP), η οποία αποτελεί σημαντικό δείκτη φλεγμονής, ενώ συμβάλλει και στην υπερέκφραση της χημειοτακτικής πρωτεΐνης των μονοκυττάρων (MCP-1), η οποία αποτελεί χημειοκίνη υπεύθυνη για την πρόκληση αθηρογένεσης.

Οι υψηλές συγκεντρώσεις της λεπτίνης, σε συνδυασμό

με τα αυξημένα επίπεδα και άλλων δεικτών ενδοθηλιακής δυσλειτουργίας [οξειδωμένη LDL, IL-6, ογκοκρεωτικός παράγοντας-α (TNF-α)], που παρατηρούνται στο πλάσμα παιδιών και ενηλίκων με ΣΔ,^{37,38} οδηγούν στην υπόθεση ότι τα άτομα αυτά πιθανότατα να είναι περισσότερο επιρρεπή στην εμφάνιση καρδιαγγειακής νόσου συγκριτικά με το γενικό πληθυσμό. Η υπόθεση αυτή έρχεται να ενισχυθεί και από το γεγονός ότι η συγκεκριμένη πληθυσμιακή ομάδα παρουσιάζει πρόωρη γήρανση πολλών ιστών και οργάνων,³⁹ καθώς χαρακτηρίζεται και από υψηλότερα επίπεδα οξειδωτικού stress,⁴⁰ κατάσταση η οποία επιφέρει έντονη αγγειακή οξείδωση. Επίσης, όπως προαναφέρθηκε, τα άτομα με ΣΔ παρουσιάζουν υπερδιέγερση του αυτόνομου νευρικού συστήματος, η οποία σχετίζεται θετικά με την πρόκληση καρδιαγγειακών βλαβών.^{41,42}

Ωστόσο, παρά τις ανωτέρω διαπιστώσεις, οι Licastro et al⁴³ διαφωνούν αναφορικά με τον αυξημένο επιπολασμό της καρδιαγγειακής νόσου στα άτομα με ΣΔ, υποστηρίζοντας ότι η αύξηση των κυτταροκινών στο πλάσμα του αίματος δεν συνοδεύεται και από ανάλογη κλινική συμπτωματολογία, με εξαίρεση μια ελαφρά δυσλειτουργία του ενδοθηλίου.⁴⁴ Κατά συνέπεια, οι παραπάνω ερευνητές υποστηρίζουν ότι ο επιπολασμός της στεφανιαίας νόσου στα άτομα με ΣΔ καταγράφεται χαμηλός και σπάνια τα συγκεκριμένα άτομα καταλήγουν εξαιτίας της αθηρωματικής νόσου, άποψη την οποία πρεσβεύουν και άλλοι ερευνητές.^{45,46}

Την άποψη αυτή όσον αφορά στη μειωμένη θνησιμότητα ενισχύουν και παλαιότερα δεδομένα από τη μελέτη των Murdoch et al,⁴⁷ σε άτομα με ΣΔ, όπου μετά από ιστοπαθολογική διερεύνηση παρατηρήθηκε διακοπή ή και αναστροφή της αθηρωματικής διαδικασίας με την αύξηση της ηλικίας. Η διαπίστωση αυτή ήλθε να ενισχύσει την άποψη ότι η υπερλεπτιναιμία που παρατηρείται στα άτομα αυτά δεν συνοδεύεται και από ανάλογη κλινική συμπτωματολογία. Η με την πάροδο του χρόνου διακοπή ή αναστροφή της αθηρωμάτωσης αιτιολογείται από τη μείωση των επιπέδων της λεπτίνης με την αύξηση της ηλικίας, γεγονός που σημαίνει ότι τα παιδιά που χαρακτηρίζονται από ΣΔ φέρουν υψηλότερες συγκεντρώσεις λεπτίνης, συγκριτικά με τους ενήλικες και τους υπερήλικες με το ίδιο σύνδρομο. Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί ότι, παρά την παρατηρούμενη μείωση των επιπέδων της λεπτίνης με την αύξηση της ηλικίας, οι συγκεντρώσεις της ποτέ δεν προσεγγίζουν τις αντίστοιχες χαμηλότερες τιμές αναφοράς του γενικού πληθυσμού.

Οι ανωτέρω διαπιστώσεις σχετικά με τη διακοπή ή και την αναστροφή των αθηρωματικών διαδικασιών χαρακτηρίζονται διεθνώς ως ιατρικό παράδοξο, το οποίο, προς το παρόν, δεν μπορεί να αιτιολογηθεί πλήρως.

Παρά όλα αυτά, πρέπει να τονιστεί ότι:

- Τα άτομα με ΣΔ παρουσιάζουν αυξημένα επίπεδα αδιπνεκτίνης, πολύ υψηλότερα συγκριτικά με το γενικό πληθυσμό,³⁵ τα οποία μάλιστα αυξάνονται με την πάροδο της ηλικίας. Η αδιπνεκτίνη, ως γνωστό, ασκεί αντιφλεγμονώδη δράση μέσω της αύξησης της έκκρισης ιντερλευκίνης 10 (IL-10) και του ανταγωνιστή του υποδοχέα της ιντερλευκίνης 1 (IL-1RA) ή παρεμποδίζοντας την παραγωγή της α-ιντερφερόνης⁴⁸
- Παράλληλα, με την αύξηση των επιπέδων της αδιπνεκτίνης παρατηρείται ομόχρονη μείωση των επιπέδων της λεπτίνης, τα οποία, όπως προαναφέρθηκε, ποτέ δεν προσεγγίζουν τις τιμές αναφοράς του γενικού πληθυσμού, παραμένοντας πάντα υψηλότερα.³⁸

Λαμβάνοντας υπόψη τις δύο αυτές παρατηρήσεις μπορεί να αιτιολογηθεί, έστω και μερικώς, η θέση των ανωτέρω ερευνητών αναφορικά με το χαμηλό επιπολασμό της καρδιαγγειακής νόσου που παρουσιάζουν τα άτομα με ΣΔ. Ωστόσο, απαιτείται η διεξαγωγή περισσότερων και διεξοδικότερων ερευνών προκειμένου να διερευνηθούν όλοι οι πιθανοί μηχανισμοί που ενδέχεται να ερμηνεύσουν επαρκώς το προαναφερόμενο ιατρικό παράδοξο.

Ανεξάρτητα πάντως από την αυξημένη ή μη συχνότητα εμφάνισης καρδιαγγειακής νόσου, η συστηματική συμμετοχή των ατόμων αυτών σε προγράμματα άσκησης αυξάνει την παραγωγή αντιοξειδωτικών ενζύμων,⁴⁹ μειώνοντας το οξειδωτικό stress και προστατεύοντας τον ανθρώπινο οργανισμό από την κυτταρική γήρανση, από τον εκφυλισμό των νευρικών κυττάρων, από την πρόκληση κυτταρικών εξαλλαγών και από τη δυσλειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, με ό,τι αυτό συνεπάγεται για την υγεία και την ποιότητα ζωής της συγκεκριμένης πληθυσμιακής ομάδας.⁵⁰

4. ΠΑΡΕΜΒΑΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΣΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΝΟΗΤΙΚΗ ΥΣΤΕΡΗΣΗ

Η συμμετοχή των ατόμων με ΝΥ σε οργανωμένα προγράμματα άσκησης θεωρείται επιβεβλημένη, καθώς αποτελεί πλέον αξίωμα ότι η συστηματική άσκηση προάγει σημαντικά την υγεία και την ποιότητα ζωής, αναφορικά τόσο με την πρωτογενή όσο και τη δευτερογενή πρόληψη. Η συστηματική άσκηση φαίνεται ακόμη ότι μειώνει το άγχος και την κατάθλιψη, αυξάνει τη ζωτικότητα και τη δημιουργικότητα,⁵¹ βελτιώνοντας την καρδιοαναπνευστική αντοχή, η οποία χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερα πτωχή στα άτομα με ΝΥ.

4.1. Θετικές επιδράσεις της άσκησης

4.1.1. Στους δείκτες παχυσαρκίας. Σε πολλές μελέτες^{14,52-54}

καταγράφεται η διαπίστωση ότι τα άτομα με ΝΥ που συνοδεύεται από γενετικά σύνδρομα, όπως το σύνδρομο Prader-Willi, το σύνδρομο Gohen, το σύνδρομο Paredt-Biedl, το σύνδρομο Down κ.ά., χαρακτηρίζονται από υψηλούς δείκτες παχυσαρκίας. Παρά το γεγονός ότι οι χρωμοσωμικές αυτές ανωμαλίες δυνητικά θα μπορούσαν να αποτελέσουν ανασταλτικό παράγοντα απώλειας βάρους, στην πραγματικότητα έχει τεκμηριωθεί ερευνητικά η αποτελεσματικότητα των παρεμβατικών προγραμμάτων άσκησης τόσο στην απώλεια βάρους όσο και στη βελτίωση της φυσικής κατάστασης.⁵⁵⁻⁵⁷

Όμως, παρά το γεγονός ότι τα προγράμματα άσκησης που εφαρμόζονται στα άτομα με ΝΥ επιφέρουν θετικά αποτελέσματα, δεν φαίνεται να είναι τόσο αποτελεσματικά όσο στο γενικό πληθυσμό. Μετα-αναλύσεις ερευνών επιβεβαιώνουν τη διαπίστωση αυτή, αφού η μέση απώλεια βάρους στο γενικό πληθυσμό, εξαιτίας παρεμβατικών προγραμμάτων, είναι διπλάσια σε σχέση με την αντίστοιχη του πληθυσμού των νοητικά υστερούντων ατόμων.

Πιο συγκεκριμένα, ενώ στην έρευνα των Miho et al,⁵⁸ σε δείγμα 37 ατόμων με ΝΥ, διαπιστώθηκε σημαντική βελτίωση της φυσικής κατάστασης με συνεπακόλουθη μείωση του σωματικού λίπους, ως αποτέλεσμα 15 min άσκησης με αντιστάσεις διάρκειας 12 εβδομάδων, στην έρευνα των Rimmer et al,⁵⁷ σε πληθυσμό 52 ατόμων, διαπιστώθηκε ελάχιστη μείωση του σωματικού βάρους, παρά τη θεαματική προαγωγή πολλών παραμέτρων της φυσικής κατάστασης. Παρόμοια με τα αποτελέσματα των Rimmer et al ήταν και αυτά του Podgorski,⁵⁹ στην έρευνα του οποίου η εφαρμογή παρεμβατικού προγράμματος αερόβιας άσκησης διάρκειας 12 εβδομάδων (4 συνεδρίες/εβδομάδα, 45 min/συνεδρία) επέφερε βελτίωση τουλάχιστον σε μία από τις παραμέτρους της φυσικής κατάστασης (δύναμη, ευλυγισία, κινητικότητα, ικανότητα βάδισης), χωρίς όμως κάποια επίδραση στη μείωση του σωματικού βάρους. Αντίθετα, παρατηρήθηκε αύξηση κατά 0,68 kg, πιθανότατα λόγω αύξησης της μυϊκής μάζας. Παρόμοια είναι και τα αποτελέσματα από τη μελέτη των Lewis et al,⁶⁰ στην οποία, μολονότι δεν επιτεύχθηκε μείωση του σωματικού βάρους ως αποτέλεσμα συνδυαστικού προγράμματος αερόβιας άσκησης και προπόνησης δύναμης διάρκειας 6 εβδομάδων, προήχθησαν πλείστες παράμετροι της φυσικής κατάστασης, όπως η αερόβια και η αναερόβια ικανότητα, η μυϊκή αντοχή και δύναμη, η ικανότητα νευρομυϊκής συναρμογής και η ισορροπία.

Αντίθετα, στη μελέτη των Mann et al,⁶¹ σε δείγμα 192 υπέρβαρων και παχύσαρκων ατόμων με ΝΥ, το υγιεινο-δietetικό παρεμβατικό πρόγραμμα που ακολουθήθηκε επέφερε σημαντική μείωση του σωματικού βάρους στο 26% του πληθυσμού (μέσος όρος μείωσης: 2,3 kg). Πα-

ρόμοια ήταν τα αποτελέσματα και από τη μελέτη των Silverthorn et al,⁵⁶ όπου ο συνδυασμός αερόβιας άσκησης και διαιτητικής παρέμβασης διάρκειας 6 μηνών σε άτομα με ΝΥ που έπασχαν από το σύνδρομο Prader-Willi επέφερε μείωση και του λιπώδους ιστού και του σωματικού βάρους. Παρόμοια αποτελέσματα έδωσε και η μελέτη των Marshall et al,⁵⁵ στην οποία ο συνδυασμός άσκησης και διατροφικής παρέμβασης οδήγησε σε μείωση του σωματικού βάρους σε άτομα με ΣΔ, παρά τη βραχύβια διάρκεια του προγράμματος (6 εβδομάδες). Ομοίως, στη μελέτη των Ordoñez et al,⁶² σε 22 άτομα με ΣΔ, η αερόβια, εντός και εκτός νερού, άσκηση διάρκειας 12 εβδομάδων μείωσε την ποσοστιαία αναλογία του λιπώδους ιστού.

Στο σημείο αυτό είναι πολύ σημαντικό να τονιστεί ότι τα άτομα με ΝΥ, με ή χωρίς την παρουσία γενετικού συνδρόμου, θα πρέπει να ενθαρρύνονται να συμμετέχουν σε προγράμματα άσκησης, άσχετα από το τελικό αποτέλεσμα αναφορικά με τη μείωση ή μη του σωματικού τους βάρους. Και αυτό γιατί, αφ' ενός μέσω των προγραμμάτων άσκησης επιτυγχάνεται η προαγωγή της φυσικής κατάστασης –έστω και αν δεν παρατηρείται ανάλογη μείωση του λιπώδους ιστού– και αφ' ετέρου, η φαινομενικά μικρή απώλεια βάρους της τάξης του 5–10% βελτιώνει το λιπιδαιμικό προφίλ και μειώνει τη νοσηρότητα και την ολική θνησιμότητα.⁶³

4.1.2. Στο οξειδωτικό stress και στο λιπιδαιμικό προφίλ. Από την ανάλυση των επιστημονικών δεδομένων υπάρχουν ισχυρές ενδείξεις που τεκμηριώνουν τη θετική επίδραση της αερόβιας άσκησης στη μείωση του οξειδωτικού stress, το οποίο είναι ιδιαίτερα αυξημένο στα άτομα με ΣΔ.⁴⁰

Αναλυτικότερα, από τις έρευνες των Ordoñez et al⁶⁴ διαπιστώθηκε ότι η συστηματική αερόβια άσκηση, διάρκειας 12 εβδομάδων, μείωσε τα επίπεδα της μαλονδιαλδεϋδης (MDA), η οποία αποτελεί δείκτη του βαθμού υπεροξειδωσής των λιπαρών οξέων και του οξειδωτικού stress *in vivo*, με παράλληλη αύξηση της αγγειοπροστατευτικής HDL-χοληστερόλης και μείωση της αθηρογόνου LDL-χοληστερόλης.⁶⁵ Επίσης, στην ίδια μελέτη καταγράφηκε αύξηση της παραγωγής της υπεροξειδάσης της γλουταθειόνης, η οποία αποτελεί ισχυρό αντιοξειδωτικό παράγοντα που συσχετίζεται αρνητικά με την εμφάνιση παχυσαρκίας κεντρικού τύπου.⁶⁶ Παρόμοια αύξηση των επιπέδων της γλουταθειόνης (GSH) σε ενήλικες με ΣΔ παρατηρήθηκε και στη μελέτη των Monteiro et al,⁶⁷ μετά από αερόβια άσκηση διάρκειας 16 εβδομάδων.

Οι παραπάνω διαπιστώσεις αναφορικά με την αύξηση της παραγωγής της γλουταθειόνης, τη μείωση των επιπέδων της μαλονδιαλδεϋδης (MDA), τη μείωση της κοιλιακής περιμέτρου, την παρεμπόδιση της οξειδωσής της LDL-C⁶⁸

και τη μείωση του αθηρωματικού δείκτη (LDL-C/HDL-C) συνεπεία της αερόβιας άσκησης, καταδεικνύουν τον αγγειοπροστατευτικό ρόλο της άσκησης και στα άτομα με ΣΔ.

4.1.3. Σε παραμέτρους της φυσικής κατάστασης. Κατά καιρούς, εφαρμόστηκαν διάφορα προπονητικά πρωτόκολλα με στόχο την προαγωγή παραμέτρων της φυσικής κατάστασης στα άτομα με ΝΥ. Τα περισσότερα από αυτά αποσκοπούσαν στη βελτίωση της καρδιοαναπνευστικής αντοχής, ενώ κάποια άλλα –λιγότερα στον αριθμό– στην αύξηση της μυϊκής αντοχής και δύναμης, καθώς και της ισορροπίας. Παρά τις διαφορές στη δομή των πρωτοκόλλων αναφορικά με τη διάρκεια, την ένταση, τη συχνότητα και την πυκνότητα των προπονητικών ερεθισμάτων, τα άτομα με ΝΥ, είτε χαρακτηρίζονταν και από συνοδά γενετικά σύνδρομα είτε όχι, ωφελήθηκαν από τη συμμετοχή τους στα οργανωμένα προγράμματα άσκησης.

Η παραπάνω διαπίστωση επιβεβαιώνεται από πρόσφατη μελέτη των Lotan et al,⁶⁹ στην οποία η εφαρμογή ενός προγράμματος αερόβιας άσκησης επέφερε σημαντική βελτίωση στην αερόβια ικανότητα των ατόμων με μέσου βαθμού ΝΥ. Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκε ανάλογη μεταβολή στο δείκτη κατανάλωσης ενέργειας (energy expenditure index, EEI), ο οποίος αποτελεί έκφραση της ενεργειακής δαπάνης μέσω της αξιολόγησης της σχέσης της καρδιακής συχνότητας προς την ταχύτητα βάρδισης.

Αλλά και σε παλαιότερη μελέτη των Lotan et al,²⁰ σε άτομα με ΝΥ, η προπόνηση αντοχής διάρκειας 2 μηνών προήγαγε την αερόβια ικανότητα, με παράλληλη μείωση της καρδιακής συχνότητας ηρεμίας (ΚΣΗ) και καρδιακής συχνότητας άσκησης (ΚΣΑ). Εδώ, αξίζει να σημειωθεί ότι η μείωση της ΚΣΗ πρέπει να αποτελεί στόχο σε κάθε παρεμβατικό πρόγραμμα άσκησης, είτε αναφέρεται στα άτομα με ΝΥ είτε στο γενικό πληθυσμό. Και αυτό γιατί, όπως προκύπτει από τα συμπεράσματα της μελέτης British Regional Heart Study,⁷⁰ η αυξημένη ΚΣΗ αποτελεί παράγοντα κινδύνου εμφάνισης ΣΔ τύπου 2, με αποτέλεσμα η οποιαδήποτε μείωσή της να δρα αγγειοπροστατευτικά. Η επιδιωκόμενη μείωση της ΚΣΗ μπορεί να επιτευχθεί μέσω της προαγωγής της αερόβιας ικανότητας και των συνεπακόλουθων αλλαγών στα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά που αυτή επιφέρει.

Τα προαναφερθέντα αποτελέσματα των Lotan et al²⁰ είναι σε συμφωνία με εκείνα παλαιότερης μελέτης των Silverthorn et al,⁵⁶ όπου η εφαρμογή προγράμματος αερόβιας άσκησης σε συνδυασμό με διατροφή περιοριστικού τύπου επέφερε βελτίωση στην καρδιοαναπνευστική αντοχή με παράλληλη μείωση της ΚΣΗ.

Σε άλλη μελέτη των Pommering et al,⁷¹ η εκτέλεση

αερόβιας άσκησης προήγαγε την αντοχή και την ευλυγισία, παρ' όλο που δεν σημειώθηκε μεταβολή του σωματικού βάρους. Αλλά και στην έρευνα των Khalili et al,⁷² σε δείγμα 44 ατόμων με NY (με ή χωρίς ΣD), η εκτέλεση προγράμματος αερόβιας άσκησης διάρκειας 8 εβδομάδων βελτίωσε την αναπνευστική λειτουργία μέσω της αύξησης της δυναμικής ζωτικής χωρητικότητας (FVC) και του μέγιστου εκπνεόμενου όγκου αέρα στο 1 sec (FEV1). Ομοίως, και οι έρευνες των Walkley et al⁷³ και Tsimaras et al⁷⁴ κατέδειξαν τη θετική επίδραση της αερόβιας άσκησης τόσο στην καρδιοαναπνευστική αντοχή όσο και στην πνευμονική λειτουργία, ενώ στη μελέτη των Varela et al⁷⁵ η αερόβια άσκηση διάρκειας 16 εβδομάδων βελτίωσε, εκτός από την αντοχή, και τη λειτουργική ικανότητα ατόμων με βαριά NY.

Ακολουθώντας, στη μελέτη των Carmeli et al,⁷⁶ σε δείγμα πληθυσμού 22 ατόμων με NY όπου αξιολογήθηκε η επίδραση ενός προγράμματος άσκησης διάρκειας 6 μηνών στην προαγωγή της ισορροπίας, της δύναμης, της γενικότερης φυσικής κατάστασης αλλά και στην ίδια την ποιότητα ζωής, τα αποτελέσματα κατέδειξαν τη θετική επίδραση της άσκησης σε όλες τις παραπάνω παραμέτρους.

Παράλληλα, και τα προγράμματα μυϊκής ενδυνάμωσης φαίνεται ότι επηρεάζουν θετικά τη συνολική φυσική κατάσταση. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τη μελέτη των Miho et al,⁵⁸ όπου η εφαρμογή σε άτομα με NY ενός προγράμματος με αντιστάσεις διάρκειας 12 εβδομάδων βελτίωσε τη φυσική κατάσταση, με παράλληλη αύξηση του μυϊκού ιστού. Ομοίως, και σε πρόσφατη μελέτη των Shields et al,⁷⁷ η εφαρμογή σε άτομα με ΣD ενός προγράμματος μυϊκής ενδυνάμωσης επέφερε προαγωγή της μυϊκής δύναμης, της μυϊκής αντοχής και της κινητικής λειτουργικότητας των άνω άκρων, χωρίς όμως να παρατηρηθούν παρόμοιες επιδράσεις και στα κάτω άκρα. Αυτό πιθανότατα να οφείλεται στη μεγαλύτερη αρχική δύναμη των κάτω άκρων και στη δομή του ερευνητικού πρωτοκόλλου. Βελτίωση στην ταχυδύναμη των κάτω άκρων σε άτομα με NY με ή χωρίς ΣD παρατηρήθηκε στην έρευνα των Wang et al,⁷⁸ μέσω αλτικών ασκήσεων που διήρκεσαν μόλις 6 εβδομάδες. Ως αποτέλεσμα του συγκεκριμένου πρωτοκόλλου, παρατηρήθηκε βελτίωση της αλτικής δύναμης, της ισορροπίας και της ικανότητας βαδίσματος.

Ιδιαίτερα θετική επίδραση στις συνιστώσες της φυσικής κατάστασης ασκεί και η εφαρμογή συνδυαστικού προγράμματος αερόβιας άσκησης και μυϊκής ενδυνάμωσης, όπως αυτό εφαρμόστηκε από τους Rimmer et al,⁵⁷ σε άτομα με ΣD. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα διάρκειας 12 εβδομάδων αύξησε τόσο την καρδιοαναπνευστική και μυϊκή αντοχή όσο και τη μυϊκή δύναμη (πίν. 1).

Από τα δεδομένα των παραπάνω ερευνών επιβεβαι-

ώνεται η θετική επίδραση των διαφόρων πρωτοκόλλων άσκησης στις παραμέτρους της φυσικής κατάστασης, στη λειτουργική ικανότητα και στην ποιότητα ζωής των ατόμων με NY. Παρά το γεγονός ότι η διάρκεια των προαναφερθέντων ερευνητικών πρωτοκόλλων κυμαινόταν από 6–30 εβδομάδες, διαπιστώθηκε η θετική επίδραση της άσκησης, ακόμη και εξαιτίας βραχύχρονων προγραμμάτων. Ωστόσο, δεν πρέπει να παραβλέπεται η χρονοεξαρτώμενη δράση των γυμναστικών προγραμμάτων, με την έννοια ότι όσο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα συμμετέχει κάποιος σε αυτά τόσο καλύτερα και μονιμότερα θα είναι τα οφέλη που θα αποκομίζει. Η αρχή της διά βίου άσκησης πρέπει να ακολουθείται και από τα άτομα με NY, προκειμένου τα οφέλη να είναι τα μέγιστα δυνατά και να μην παρατηρείται αναστροφή των θετικών επιδράσεων.

5. ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΝΟΗΤΙΚΗ ΥΣΤΕΡΗΣΗ ΚΑΙ ΑΤΟΜΩΝ ΜΕ ΣΥΝΥΠΑΡΞΗ ΝΟΗΤΙΚΗΣ ΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΔΡΟΜΟΥ DOWN

5.1. Σημεία προσοχής στο σχεδιασμό των προγραμμάτων

Είναι πλέον καλά τεκμηριωμένη η άποψη ότι και τα άτομα με ΣD, παρά το ότι μπορούν να αντιδρούν με διαφορετικό τρόπο στα προπονητικά ερεθίσματα, αποκομίζουν σημαντικά οφέλη από την ενασχόλησή τους με τα οργανωμένα προγράμματα άσκησης, τόσο αναφορικά με την καρδιοαναπνευστική^{20,71,79,80} και μυϊκή αντοχή όσο και με τη μυϊκή δύναμη^{81,82} και ευλυγισία.⁸³ Σημαντική επίσης είναι και η διαπίστωση ότι τα άτομα με ΣD, άσχετα από το βαθμό NY που τα χαρακτηρίζει, παρουσιάζουν κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, τα οποία είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπ' όψη κατά τη δημιουργία ενός παρεμβατικού προγράμματος ώστε αυτό να είναι και αποτελεσματικό και ασφαλές.

Αναλυτικότερα, τα άτομα με ΣD χαρακτηρίζονται από έλλειψη κινήτρων συμμετοχής σε γυμναστικές δραστηριότητες.⁸⁴ Για το λόγο αυτόν, τα τυπικά πρωτόκολλα που αποσκοπούν μόνο στη βελτίωση της φυσικής κατάστασης μέσω της επανάληψης συγκεκριμένων ρουτινών φαίνεται ότι είναι αναποτελεσματικά, αφού δεν επιφέρουν την εσωτερική εκείνη παρακίνηση που απαιτείται, με αποτέλεσμα την πρόωρη διακοπή της άσκησης. Γι' αυτό, κατά το σχεδιασμό ενός προγράμματος για άτομα με NY προτείνεται να λαμβάνεται υπ' όψη τόσο το γνωστικό και συναισθηματικό επίπεδο του κάθε ατόμου, όσο και το πεδίο των ενδιαφερόντων του.^{85,86}

Επίσης, τα άτομα με ΣD χαρακτηρίζονται από πτωχότερη καρδιοαναπνευστική αντοχή συγκριτικά με τα άτομα που έχουν μόνο NY χωρίς την παρουσία του συν-

Πίνακας 1. Συγκεντρωτικός πίνακας μελετών αναφορικά με την επίδραση της άσκησης σε ποικίλες παραμέτρους της υγείας και της φυσικής κατάστασης ατόμων με νοητική υστέρηση.

Ερευνητής, χώρα	Δείγμα (φύλο - ηλικία)	Βαθμός ΝΥ	Διάρκεια άσκησης	Ένταση	Είδος παρέμβασης	Επίδραση της άσκησης
Varela et al, ⁷⁵ Πορτογαλία	n=16 άνδρες Ηλικία: 21,4±3,0	IQ: 38,8	16 εβδομάδες (3 συνεδρίες/εβδομάδα)	55-70% VO ₂ peak	10 min προθέρμανση, 25 min κωπηλασία, 10 min αποθεραπεία	↑ Αντοχής ↑ Ικανότητας παραγωγής έργου ↔ Καρδιαγγειακής υγείας
Tsimaras et al, ⁷⁴ Ελλάδα	n=25 ΟΠ: 15, ΟΕ: 10 Ηλικία: 24,6±3,3	IQ: 45-60	12 εβδομάδες (3 συνεδρίες/εβδομάδα)	65-75% ΜΚΣ	10 min προθέρμανση, 30 min βαδίσματος-jogging	↑ Μέγιστη κατανάλωση O ₂ ↑ Αερόβιας ικανότητας ↑ Πνευμονικής λειτουργίας
Shields et al, ⁷⁷ Αυστραλία	n=20 ΟΠ: 9, ΟΕ: 11 (ΣΔ), Φύλο: Α=13, Γ=7 Ηλικία: 26,8±7,8	Δεν αναφέρεται	10 εβδομάδες	Η αντίσταση αυξανόταν όταν ο δοκιμαζόμενος μπορούσε να εκτελεί 2 σειρές x 12 επαναλήψεις	Άσκηση με αντιστάσεις, 2 συνεδρίες/εβδομάδα, 6 ασκήσεις, 2-3 σειρές, 10-12 επαναλήψεις, 2 min διάλειμμα/ set	Άνω άκρα ↑ Μυϊκής αντοχής ↑ Μυϊκής δύναμης ↑ Κινητικής λειτουργικότητας Κάτω άκρα ↔ Μυϊκής αντοχής ↔ Μυϊκής δύναμης ↔ Κινητικής λειτουργικότητας
Rimmer et al, ⁵⁷ ΗΠΑ	n=52 (ΣΔ) Φύλο: Α=23, Γ=29 Ηλικία: 39,4±6,4	Ήπια/μέση ΝΥ	12 εβδομάδες (3 συνεδρίες/εβδομάδα)	50-70% VO ₂ peak	30 min αερόβια προπόνηση + 15 min προπόνηση δύναμης	↑ Καρδιοαναπνευστικής αντοχής ↑ Μυϊκής δύναμης ↑ Μυϊκής αντοχής ↓ ΣΒ (μικρή μείωση)
Lotan et al, ⁶⁹ Ισραήλ	n=59 ΟΠ: n=28 (Α: 16, Γ: 12) Ηλικία: 52,3±5,8 ΟΕ: n=31 (Α: 15, Γ: 16) Ηλικία: 54,3±5,4	Μέση ΝΥ	5-6 εβδομάδες 3 συνεδρίες/εβδομάδα	Δεν αναφέρεται	30 min αερόβια προπόνηση	↑ Αερόβιας ικανότητας ↑ Δείκτη κατανάλωσης ενέργειας
Ordoñez et al, ⁶² Ισπανία	n=22 έφηβοι (ΣΔ) Ηλικία: 16,2±1,0	Δεν αναφέρεται	12 εβδομάδες Διάρκεια συνεδρίας: 1η+2η εβδομάδα: 30 min 3η+4η εβδομάδα: 45 min 5η-12η εβδομάδα: 60 min	Μέτρια	Αερόβια προπόνηση εντός και εκτός νερού	↓ Λιπώδους ιστού
Ordoñez et al, ⁶⁴ Ισπανία	n=31 έφηβοι (ΣΔ) Ηλικία: 16,3±1,1	Δεν αναφέρεται	12 εβδομάδες 3 συνεδρίες/εβδομάδα	60-75% της ΜΚΣ (αύξηση 5%/3 εβδομάδες)	Αερόβια προπόνηση Προθέρμανση: 15 min Κύριο μέρος: 20-35 min (αύξηση 5 min/3 εβδομάδες) Αποθεραπεία: 10 min	↓ MDA
↓: Μείωση ↑: Αύξηση ↔: Καμία ή ασήμαντη μεταβολή Α: Άνδρας Γ: Γυναίκα	ΟΠ: Ομάδα παρέμβασης ΟΕ: Ομάδα ελέγχου ΝΥ: Νοητική υστέρηση ΣΒ: Σωματικό βάρος 1ME: 1 μέγιστη επανάληψη	ΣΔ: Σύνδρομο Down ΚΣ: Καρδιακή συχνότητα ΜΚΣ: Μέγιστη καρδιακή συχνότητα FEV1: Μέγιστος εκπνεόμενος όγκος σε 1 sec FVC: Δυναμική ζωτική χωρητικότητα	VO ₂ peak: Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου MDA: Μαλονδιαλδεύδη			

Πίνακας 1. (συνέχεια) Συγκριτικός πίνακας μελετών αναφορικά με την επίδραση της άσκησης σε ποικίλες παραμέτρους της υγείας και της φυσικής κατάστασης ατόμων με νοητική υστέρηση.

Ερευνητής, Χώρα	Δείγμα (φύλο - ηλικία)	Βαθμός ΝΥ	Διάρκεια άσκησης	Ένταση	Είδος παρέμβασης	Επίδραση της άσκησης
Ordóñez et al, ⁶⁶ Ισπανία	n=31 έφηβοι (ΣΔ) Ηλικία: 16,3±1,1	Δεν αναφέρεται	12 εβδομάδες 3 συνεδρίες/εβδομάδα	60–75% της ΜΚΣ	Αερόβια προπόνηση Προθέρμανση: 15 min Κύριο μέρος: 20–35 min (αύξηση 5 min/εβδομάδα) Αποθεραπεία: 10 min	↑ Υπεροξειδάσης της γλουταθειόνης ↓ Κοιλιακής περιμέτρου
Carmeli et al, ⁷⁶ Ισραήλ	n=22 (ΝΥ) Ηλικία: 54–66 Ομάδα Α n=10, (Α: 3, Γ: 7) Ηλικία: 60,9±3,3 Ομάδα Β n=12, (Α: 4, Γ: 8) Ηλικία: 61,5±4,1	Ήπια ΝΥ	6 μήνες 3 συνεδρίες/εβδομάδα	Πρόγραμμα δύναμης: 70% 1 ΜΕ 1–2 σετς × 8–10 επαναλήψεις. Διάλειμμα: 2–4 min Συνεδρίες: 3/εβδομάδα Πρόγραμμα γενικών ασκήσεων: Συνεδρίες: 3/εβδομάδα	Ομάδα Α: Ασκήσεις ισορροπίας: 40–45 min Ομάδα Β: Γενικές ασκήσεις: 45 min	Ομάδα Α ↑ Δύναμης ↑ Ισορροπίας ↑ Ποιότητας ζωής Ομάδα Β ↔ Δύναμης ↔ Ισορροπίας ↑ Ποιότητας ζωής
Lewis et al, ⁶⁰ ΗΠΑ	Περιπτωσιολογική μελέτη: Κορίτσι ηλικίας 10,5 ετών με ΣΔ	Δεν αναφέρεται	6 εβδομάδες 5–6 συνεδρίες/εβδομάδα (3 αερόβια άσκηση + 2–3 προπόνηση δύναμης)	Μέσης και υψηλής έντασης άσκηση (65–80% της ΜΚΣ)	30–60 min αερόβιας άσκησης και ασκήσεις δύναμης	↑ Αερόβιας/αναερόβιας ικανότητας ↑ Μυϊκής δύναμης/ισχύος ↑ Μυϊκής αντοχής ↑ Συναρμογής ↑ Ισορροπίας ↓ ΚΣ άσκησης ↑ Αναπνευστικής λειτουργίας ↔ ΣΒ ↔ Ευλυγισίας
Khalili et al, ⁷² Ιράν	n=44 (ΝΥ ή ΣΔ) Ηλικία: 12 Η ομάδα ελέγχου εκτελούσε τις συνήθεις δραστηριότητες	IQ: 42±8	8 εβδομάδες (5 συνεδρίες/εβδομάδα)	Μέτρια ένταση	30 min αερόβια άσκηση (περπάτημα, τρέξιμο, ποδηλασία)	↑ FEV1 ↑ FVC
Walkley et al, ⁷³ Αυστραλία	n=9 ΟΠ: Α: 2, Γ: 3 Ηλικία: ~30 ΟΕ: Α: 2, Γ: 2 Ηλικία: ~31	Ελαφρά και μέση ΝΥ	30 εβδομάδες Στάδιο 1: 10 εβδομάδες άσκηση + 5 εβδομάδες διάλειμμα Στάδιο 2: 20 εβδομάδες άσκηση	Μέτρια ένταση	Αερόβια άσκηση: Στάδιο 1: 12 min με αύξηση 1 min/εβδομάδα έως τη συμπλήρωση 21 min Στάδιο 2: Έναρξη με 22 min, φθάνοντας τα 30 min από τη 19η εβδομάδα έως την 30η	↑ VO ₂ peak ↑ Πνευμονικής λειτουργίας

↓: Μείωση
↑: Αύξηση
↔: Καμία ή ασημαντή μεταβολή
Α: Ανδρας
Γ: Γυναίκα
ΟΠ: Ομάδα παρέμβασης
ΟΕ: Ομάδα ελέγχου
ΝΥ: Νοητική υστέρηση
ΣΒ: Σωματικό βάρος
1ΜΕ: 1 μέγιστη επανάληψη
ΣΔ: Σύνδρομο Down
ΚΣ: Καρδιακή συχνότητα
ΜΚΣ: Μέγιστη καρδιακή συχνότητα
FEV1: Μέγιστος εκπνεόμενος όγκος σε 1 sec
FVC: Δυναμική ζωτική χωρητικότητα
VO₂peak: Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου
MDA: Μαλονδιαλδεύδη

δρόμου,^{13,86,87} καθώς και από μικρότερη μυϊκή δύναμη και μυϊκή αντοχή,^{88–90} παράμετροι οι οποίες συσχετίζονται με τον καθιστικό τρόπο ζωής, τον ελαττωμένο μυϊκό τόνο (υποτονία), την αυξημένη συχνότητα εμφάνισης καρδιαγγειακών ανωμαλιών, τη χαμηλότερη ΜΚΣ και τη δυσλειτουργία των πνευμόνων.

Αναφορικά με την πτωχή καρδιοαναπνευστική αντοχή των ατόμων με ΣΔ, οι Monteiro et al⁶⁷ είχαν υποστηρίξει ότι πιθανότατα αυτή οφείλεται στη χαμηλή συγκέντρωση ερυθροκυττάρων στο αίμα, ενώ οι Fernhall et al^{87,91} παρατήρησαν ότι τα άτομα με ΣΔ χαρακτηρίζονται από χαμηλό κλάσμα εξώθησης και από ένα μη αποδοτικό σύστημα μεταφοράς οξυγόνου, με αποτέλεσμα την εύκολη κόπωση κατά τη διάρκεια των φυσικών δραστηριοτήτων. Οι παραπάνω επιστημόνες, σε συνδυασμό με τη διαπίστωση των Pastore et al³³ ότι τα άτομα με ΣΔ παρουσιάζουν ελαφρά ταχυκαρδία και μειωμένη δυναμική ζωτική χωρητικότητα (FVC), συνεικονούν στην αιτιολόγηση της πτωχής φυσικής κατάστασης και της λειτουργικότητας που χαρακτηρίζει τα συγκεκριμένα άτομα.

Ένα άλλο σημείο για το οποίο απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή είναι ο προσδιορισμός της προπονητικής έντασης. Στο γενικό πληθυσμό, έχει καθιερωθεί πλέον για τον προσδιορισμό της ΜΚΣ να χρησιμοποιείται η εξίσωση $MKΣ=217,4-0,845 \times \text{ηλικία}$ (σε έτη) ή ο απλουστευμένος τύπος $MKΣ=220-\text{ηλικία}$. Ο τύπος αυτός, σύμφωνα με τους Fernhall et al,⁸⁷ δεν πρέπει να εφαρμόζεται για τον προσδιορισμό της ΜΚΣ των ατόμων με ΝΥ, επειδή υπερεκτιμά τις δυνατότητές τους. Οι παραπάνω ερευνητές υποστηρίζουν ότι τα άτομα με ΝΥ παρουσιάζουν μειωμένη ΜΚΣ, της τάξης του 8–12%, ενώ όσα χαρακτηρίζονται και από ΣΔ εμφανίζουν ΜΚΣ μειωμένη κατά 20–25% συγκριτικά με το γενικό πληθυσμό, με αποτέλεσμα ο λανθασμένος υπολογισμός των καρδιακών εφεδρειών να υποβάλλει τα άτομα αυτά στην εκτέλεση έργου μεγαλύτερης έντασης από εκείνη που στην πραγματικότητα μπορεί να αντέξει το καρδιοαναπνευστικό τους σύστημα. Συνεπώς, για τον ορθό υπολογισμό της επιδιωκόμενης έντασης της άσκησης, με βάση τα αντίστοιχα αιμοδυναμικά χαρακτηριστικά των ατόμων αυτών, οι Ordoñez et al⁶² προτείνουν για τα άτομα

με ΣΔ την εξίσωση $MKΣ=194,5-[0,56 \times \text{ηλικία}]$.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση συμπεραίνεται ότι η εφαρμογή προγραμμάτων άσκησης στα άτομα με ΝΥ είναι αφ' ενός αποτελεσματική και αφ' ετέρου ασφαλής. Το πεδίο έρευνας αναφορικά με την επίδραση της άσκησης στη φυσική κατάσταση, στο λιπιδαιμικό προφίλ, στους δείκτες φλεγμονής, στη λειτουργική ικανότητα και στην ποιότητα ζωής των ατόμων με ΝΥ έχει μεν ευρέως μελετηθεί, δεν έχουν όμως γίνει γνωστοί όλοι οι μηχανισμοί δράσης. Επίσης, επειδή τα άτομα με ΝΥ με ή χωρίς τη συνύπαρξη γενετικών συνδρόμων χαρακτηρίζονται από απουσία κινήτρων συμμετοχής σε προγράμματα άσκησης, θεωρείται αναγκαία η εφαρμογή προπονητικών πρωτοκόλλων που θα αποβλέπουν πρώτιστα στη δημιουργία κλίματος παρακίνησης και ευφορίας, προκειμένου τα άτομα αυτά να συμμετέχουν σε γυμναστικά προγράμματα για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Επίσης, στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν μόνο τα άτομα με ΝΥ με ή χωρίς την παρουσία ΣΔ. Ωστόσο, υπάρχουν και πολλά άλλα σύνδρομα που συνοδεύονται από ΝΥ και τα οποία παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές ως προς τα παθοφυσιολογικά τους χαρακτηριστικά, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η γενίκευση των συμπερασμάτων της παρούσας μελέτης και για τα συγκεκριμένα σύνδρομα. Συνεπώς, επιβάλλεται να γίνουν πληρέστερες έρευνες που θα περιλάβουν στο δείγμα τους και άλλα σύνδρομα, προκειμένου να ληφθούν ασφαλή συμπεράσματα αναφορικά με τη δράση των προπονητικών πρωτοκόλλων.

Ανατρέχοντας στον κυρίαρχο στόχο του διεθνούς αναπηρικού κινήματος, που είναι η αυτόνομη ή η ημιαυτόνομη διαβίωση και η –κατά το δυνατόν– αυτοδιαχείριση των ατόμων με αναπηρία, διαπιστώνεται ότι η άσκηση παίζει ουσιαστικό ρόλο στην επίτευξη του επιδιωκόμενου στόχου, συμβάλλοντας στην προαγωγή της υγείας, της φυσικής κατάστασης, της λειτουργικής ικανότητας και της ίδιας της ποιότητας ζωής των ατόμων αυτών, καθιστώντας τα περισσότερο αυτόνομα και ανεξάρτητα.

ABSTRACT

Pathophysiology in people with intellectual disability: The importance of regular exercise in their health

T.V. KASTANIAS, S.P. TOKMAKIDIS

*Department of Physical Education and Sport Science, Democritus University of Thrace, Komotini, Greece**Archives of Hellenic Medicine 2010, 27(5):753–766*

Many studies have confirmed the negative impact of inactivity on physical fitness, lifestyle related risk factors for poor health functional capacity and quality of life in the general population. There is evidence, also, of special clinical characteristics and pathophysiological mechanisms in persons with intellectual disability (ID). Complex health problems with a high incidence of functional limitation appear to be more common among people with ID, in whom multiple risk factors (obesity, hypertension, hyperlipidemia, inactivity, etc.) may combine to exert a negative impact on various health parameters and on their perception of well-being. Consequently, patients with ID have an elevated prevalence of different types of chronic illness, such as cardiovascular disease, cancer and type II diabetes mellitus. The above situation appears to be even more complex when ID is associated with severe genetic syndromes such as Down syndrome. Research studies have demonstrated the enormous health benefits that can be achieved in patients with ID from their participation in regular exercise. Despite the variety of the protocols, evidence from such studies supports the hypothesis that regular exercise not only reduces the concentration of several markers of systemic inflammation, but also increases the levels of antiinflammatory cytokines and antioxidative enzymes in subjects with ID. This is a review of data from the years 2004–2009, which was made in order to describe the particular pathophysiological characteristics of individuals with ID, with or without Down syndrome, and to determine the impact of a variety of protocols of regular physical activity on fitness parameters (aerobic capacity, muscular strength and balance), inflammatory biomarkers (CRP, cytokines), plasma lipid profile (HDL-C, LDL-C, atheroma index), health parameters (obesity, hypertension) and general well-being in people with ID.

Key words: Cytokines, Down syndrome, Exercise, Intellectual disability, Physical fitness

Βιβλιογραφία

- LEITER RG. *Leiter International Performance Scale – Revised*. Stoelting Co, Chicago, Ill, 1979
- GORTMAKER SL, DIETZ WH Jr, SOBOL AM, WEHLER CA. Increasing pediatric obesity in the United States. *Am J Dis Child* 1987, 141:535–540
- KARAYIANNIS D, YANNAKOULIA M, TERZIDOU M, SIDOSSIS LS, KOKKEVI A. Prevalence of overweight and obesity in Greek school-aged children and adolescents. *Eur J Clin Nutr* 2003, 57:1189–1192
- KRASSAS GE, TZOTZAS T, TSAMETIS C, KONSTANTINIDIS T. Prevalence and trends in overweight and obesity among children and adolescents in Thessaloniki, Greece. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2001, 14:1319–1326
- TOKMAKIDIS SP, KASAMBALIS A, CHRISTODOULOS AD. Fitness levels of Greek primary schoolchildren in relationship to overweight and obesity. *Eur J Pediatr* 2006, 165:867–874 (www.dx.doi.org)
- MYRELID A, GUSTAFFSON J, OLLARS B, ANNERÉN G. Growth charts for Down's syndrome from birth to 18 years of age. *Arch Dis Child* 2002, 87:97–103
- ROIZEN NJ. Medical care and monitoring for the adolescent with Down syndrome. *Adolesc Med* 2002, 13:345–358
- PRASHER VP, JANICKI MP. *Physical health of adults with intellectual disabilities*. Blackwell Publ Co, Oxford, 2002
- JANICKI MP, DAVIDSON PW, HENDERSON CM, McCALLION P, TAETS JD, FORCE LT ET AL. Health characteristics and health services utilization in older adults with intellectual disability living in community residences. *J Intellect Disabil Res* 2002, 46:287–298
- YANG Q, RASMUSSEN SA, FRIEDMAN JM. Mortality associated with Down's syndrome in the USA from 1983 to 1997: A population-based study. *Lancet* 2002, 359:1019–1025
- MATSUMOTO T, MIYAWAKI T, UE H, KANDA T, ZENJI C, MORITANI T. Autonomic responsiveness to acute cold exposure in obese and non-obese young women. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1999, 23:793–800
- HOVE O. Weight survey on adult persons with mental retardation living in the community. *Res Dev Disabil* 2004, 25:9–17
- LAHTINEN U, RINTALA P, MALIN A. Physical performance of individuals with intellectual disability: A 30-year follow-up. *Adapt Phys Activ Q* 2007, 24:125–143
- GRAHAM A, REID G. Physical fitness of adults with an intellectual disability: A 13-year follow-up study. *Res Q Exerc Sport* 2000, 71:152–161

15. ROBERTSON J, EMERSON E, GREGORY N, HATTO C, TURNER S, KESSIS-SOGLU S ET AL. Lifestyle related risk factors for poor health in residential settings for people with intellectual disabilities. *Res Dev Disabil* 2000, 21:469–486
16. MOORE KA, MCGILLIVRAY J, ILLINGWORTH K. An investigation into the incidence of obesity and underweight among adults with an intellectual disability in an Australian sample. *J Intellect Dev Disabil* 2004, 29:306–318
17. EMERSON E. Underweight, obesity and exercise among adults with intellectual disabilities in supported accommodation in Northern England. *J Intellect Disabil Res* 2005, 49:134–143
18. YAMAKI K. Body weight status among adults with intellectual disability in the community. *Ment Retard* 2005, 43:1–10
19. PETERSON JJ, JANZ KF, LOWE JB. Physical activity among adults with intellectual disabilities living in community settings. *Prev Med* 2008, 47:101–106
20. LOTAN M, ISAKOV E, KESSEL S, MERRICK J. Physical fitness and functional ability of children with intellectual disability: Effects of a short-term daily treadmill intervention. *Scientific World Journal* 2004, 4:449–457
21. PITETTI KH, BONEH S. Cardiovascular fitness as related to leg strength in adults with mental retardation. *Med Sci Sports Exerc* 1995, 27:423–428
22. HALLE JW, GABLER-HALLE D, CHUNG YB. Effects of a peer-mediated aerobic conditioning program on fitness levels of youth with mental retardation: Two systematic replications. *Ment Retard* 1999, 37:435–448
23. FERNHALL B, TYMESON GT. Validation of cardiovascular fitness field tests for adults with mental retardation. *Adapt Phys Activity Q* 1988, 5:49–59
24. STARR JM, TAYLOR MD, HART CL, DAVEY SMITH G, WHALLEY LJ, HOLE DJ ET AL. Childhood mental ability and blood pressure at midlife: Linking the Scottish Mental Survey 1932 and the Midspan studies. *J Hypertens* 2004, 22:893–897
25. BEANGE H, McELDUFF A, BAKER W. Medical disorders of adults with mental retardation: A population study. *Am J Ment Retard* 1995, 99:595–604
26. COOPER SA. Clinical study of the effects of age on the physical health of adults with mental retardation. *Am J Ment Retard* 1998, 102:582–589
27. DRAHEIM CC, McCUBBIN JA, WILLIAMS DP. Differences in cardiovascular disease risk between nondiabetic adults with mental retardation with and without Down syndrome. *Am J Ment Retard* 2002, 107:201–211
28. McDERMOTT S, PLATT T, KRISHNASWAMI S. Are individuals with mental retardation at high risk for chronic disease? *Fam Med* 1997, 29:429–434
29. MORRISON RA, McGRATH A, DAVIDSON G, BROWN JJ, MURRAY GD, LEVER AF. Low blood pressure in Down's syndrome. A link with Alzheimer's disease? *Hypertension* 1996, 28:569–575
30. MIKKELSEN M. Epidemiology of trisomy 21: Population, perinatal and antenatal data. *Hum Genet Suppl* 1981, 2:211–226
31. CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). Improved national prevalence estimates for 18 selected major birth defects – United States, 1999–2001. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2006, 54:1301–1305
32. HILL DA, GRIDLEY G, CNATTINGIUS S, MELLEMKJAER L, LINET M, ADAMI HO ET AL. Mortality and cancer incidence among individuals with Down syndrome. *Arch Intern Med* 2003, 163:705–711
33. PASTORE E, MARINO B, CALZOLARI A, DIGILIO MC, GIANNOTTI A, TURCHETTA A. Clinical and cardiorespiratory assessment in children with Down syndrome without congenital heart disease. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2000, 154:408–410
34. KWIATKOWSKA J, TOMASZEWSKI M, BIELIŃSKA B, POTAZ P, ERECIŃSKI J. Atrioventricular septal defect: Clinical and diagnostic problems in children hospitalised in 1993–1998. *Med Sci Monit* 2000, 6:1148–1154
35. BELTOWSKI J. Leptin and atherosclerosis. *Atherosclerosis* 2006, 189:47–60
36. FANTUZZI G, MAZZONE T. Adipose tissue and atherosclerosis: Exploring the connection. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2007, 27:996–1003
37. LICASTRO F, DOGLIOTTI G, GOI G, MALAVAZOS AE, CHIAPPELLI M, CORSI MM. Oxidated low-density lipoproteins (oxLDL) and peroxides in plasma of Down syndrome patients. *Arch Gerontol Geriatr* 2007, 44:225–232
38. CORSI MM, DOGLIOTTI G, PEDRONI F, GALLIERA E, MALAVAZOS AE, VILLA R ET AL. Adipocytokines in Down's syndrome, an atheroma-free model: Role of adiponectin. *Arch Gerontol Geriatr* 2009, 48:106–109
39. FRANCESCHI C, LICASTRO F, CHIRICOLO M, BONETTI F, ZANNOTTI M, FABRIS N ET AL. Deficiency of autologous mixed lymphocyte reactions and serum thymic factor level in Down's syndrome. *J Immunol* 1981, 126:2161–2164
40. CARRATELLI M, PORCARO L, RUSCICA M, De SIMONE E, BERTELLI AA, CORSI MM. Reactive oxygen metabolites and prooxidant status in children with Down's syndrome. *Int J Clin Pharmacol Res* 2001, 21:79–84
41. POMERANZ B, MACAULY RJ, CAUDILL MA, KUTZI I, ADAM D, GORDON D ET AL. Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis. *Am J Physiol* 1985, 248:151–153
42. HUIKURI HV, JOKINEN V, SYVÄNNE M, NIEMINEN MS, AIRAKSINEN KE, IKÄHEIMO MJ ET AL. Heart rate variability and progression of coronary atherosclerosis. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 1999, 19:1979–1985
43. LICASTRO F, CHIAPPELLI M, RUSCICA M, CARNELLI V, CORSI MM. Altered cytokine and acute phase response protein levels in the blood of children with Down's syndrome: Relationship with dementia of Alzheimer's type. *Int J Immunopathol Pharmacol* 2005, 18:165–172
44. LICASTRO F, CHIAPPELLI M, PORCELLINI E, TRABUCCHI M, MAROCCHI A, CORSI MM. Altered vessel signalling molecules in subjects with Down's syndrome. *Int J Immunopathol Pharmacol* 2006, 19:181–185
45. PUESCHEL SM, CRAIG WY, HADDOW JE. Lipids and lipoproteins in persons with Down's syndrome. *J Intellect Disabil Res* 1992, 36:365–369
46. HOPKINS WE, FUKAGAWA NK, SOBEL BE, SCHNEIDER DJ. Plasminogen activator inhibitor type 1 in adults with Down syndrome and protection against macrovascular disease. *Am J Cardiol* 2000, 85:784–786, A9

47. MURDOCH JC, RODGER JC, RAO SS, FLETCHER CD, DUNNIGAN MG. Down's syndrome: An atheroma-free model? *Br Med J* 1977, 2:226–228
48. GUZIK TJ, MANGALAT D, KORBUT R. Adipocytokines – novel link between inflammation and vascular function? *J Physiol Pharmacol* 2006, 57:505–528
49. ORDOÑEZ FJ, ROSETY-RODRIGUEZ M, ROSETY M. Regular physical activity increases glutathione peroxidase activity in adolescents with Down syndrome. *Clin J Sport Med* 2006, 16:355–356
50. PASTORE A, TOZZI G, GAETA LM, GIANNOTTI A, BERTINI E, FEDERICI G ET AL. Glutathione metabolism and antioxidant enzymes in children with Down syndrome. *J Pediatr* 2003, 142:583–585
51. FRANKLIN BA, WHALEY MH, HOWLEY ET, BALADY GJ. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. 6th ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2000
52. PRASHER VP. Overweight and obesity amongst Down's syndrome adults. *J Intellect Disabil Res* 1995, 39:437–441
53. MELVILLE CA, COOPER SA, McGROTHER CW, THORP CF, COLLACOTT R. Obesity in adults with Down syndrome: A case-control study. *J Intellect Disabil Res* 2005, 49:125–133
54. ALLISON DB, PACKER-MUNTER W, PIETROBELLI A, ALFONSO V, FAITH M. Obesity and developmental pathogenesis. *J Dev Phys Dis* 1998, 10:215–255
55. MARSHALL D, MCCONKEY R, MOORE G. Obesity in people with intellectual disabilities: The impact of nurse-led health screenings and health promotion activities. *J Adv Nurs* 2003, 41:147–153
56. SILVERTHORN KH, HORNAK JE. Beneficial effects of exercise on aerobic capacity and body composition in adults with Prader-Willi syndrome. *Am J Ment Retard* 1993, 97:654–658
57. RIMMER JH, HELLERT, WANG E, VALERIO I. Improvements in physical fitness in adults with Down syndrome. *Am J Ment Retard* 2004, 109:165–174
58. MIHO T, TETSURO Y, TOMIKO N, HISASHY Y. *The relation between metabolism, obesity and exercise in mentally retarded children*. Annual Report of the Faculty of Education, Gunma University, Art, Technology, Health and Physical Education, and Science of Human Living Series, 2004, 39:115–124
59. PODGORSKI CA, KESSLER K, CACIA B, PETERSON DR, HENDERSON CM. Physical activity intervention for older adults with intellectual disability: Report on a pilot project. *Ment Retard* 2004, 42:272–283
60. LEWIS CL, FRAGALA-PINKHAM MA. Effects of aerobic conditioning and strength training on a child with Down syndrome: A case study. *Pediatr Phys Ther* 2005, 17:30–36
61. MANN J, ZHOU H, McDERMOTT S, POSTON MB. Healthy behavior change of adults with mental retardation: Attendance in a health promotion program. *Am J Ment Retard* 2006, 111:62–73
62. ORDOÑEZ FJ, ROSETY M, ROSETY-RODRIGUEZ M. Influence of 12-week exercise training on fat mass percentage in adolescents with Down syndrome. *Med Sci Monit* 2006, 12:CR416–419
63. WADDEN TA, ANDERSON DA, FOSTER GD. Two-year changes in lipids and lipoproteins associated with the maintenance of a 5% to 10% reduction in initial weight: Some findings and some questions. *Obes Res* 1999, 7:170–178
64. ORDOÑEZ FJ, ROSETY-RODRIGUEZ M. Regular exercise attenuated lipid peroxidation in adolescents with Down's syndrome. *Clin Biochem* 2007, 40:141–142
65. ORDÓIEZ-MUNOZ FJ, ROSETY-RODRÍGUEZ M, ROSETY-RODRÍGUEZ JM, ROSETY-PLAZA M. Anthropometrical measurements as predictor of serum lipid profile in adolescents with Down syndrome. *Rev Invest Clin* 2005, 57:691–694
66. ORDOÑEZ FJ, ROSETY-RODRIGUEZ M. Correlation between glutathione peroxidase activity and anthropometrical parameters in adolescents with Down syndrome. *Res Dev Disabil* 2007, 28:105–108
67. MONTEIRO CP, VARELA A, PINTO M, NEVES J, FELISBERTO GM, VAZ C ET AL. Effect of an aerobic training on magnesium, trace elements and antioxidant systems in a Down syndrome population. *Magnes Res* 1997, 10:65–71
68. ELOSUA R, MOLINA L, FITO M, ARQUER A, SANCHEZ-QUESADA JL, COVAS MI ET AL. Response of oxidative stress biomarkers to a 16-week aerobic physical activity program, and to acute physical activity, in healthy young men and women. *Atherosclerosis* 2003, 167:327–334
69. LOTAN M, YALON-CHAMOVITZ S, WEISS PL. Improving physical fitness of individuals with intellectual and developmental disability through a Virtual Reality Intervention Program. *Res Dev Disabil* 2009, 30:229–239
70. PERRY IJ, WANNAMETHEE SG, WALKER MK, THOMSON AG, WHINCUP PH, SHAPER AG. Prospective study of risk factors for development of non-insulin dependent diabetes in middle aged British men. *BMJ* 1995, 310:560–564
71. POMMERING TL, BROSE JA, RANDOLPH E, MURRAY TF, PURDY RW, CADAMAGNANI PE ET AL. Effects of an aerobic exercise program on community-based adults with mental retardation. *Ment Retard* 1994, 32:218–226
72. KHALILI MA, ELKINS MR. Aerobic exercise improves lung function in children with intellectual disability: A randomised trial. *Aust J Physiother* 2009, 55:171–175
73. WALKLEY J, TEMPLE V, SIMMONS K, GREENWAY K, KLEIN R. Effects of a 30-week minimally supervised exercise program for adults with intellectual disability. *Med Sci Sports Exerc* 2003, 35:576
74. TSIMARAS V, GIAGAZOGLU P, FOTIADOU E, CHRISTOULAS K, ANGELOPOULOU N. Jog-walk training in cardiorespiratory fitness of adults with Down syndrome. *Percept Mot Skills* 2003, 96:1239–1251
75. VARELA AM, SARDINHA LB, PITETTI KH. Effects of an aerobic rowing training regimen in young adults with Down syndrome. *Am J Ment Retard* 2001, 106:135–144
76. CARMELI E, ZINGER-VAKNIN T, MORAD M, MERRICK J. Can physical training have an effect on well-being in adults with mild intellectual disability? *Mech Ageing Dev* 2005, 126:299–304
77. SHIELDS N, TAYLOR NF, DODD KJ. Effects of a community-based progressive resistance training program on muscle performance and physical function in adults with Down syndrome: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2008, 89:1215–1220
78. WANG WY, JU YH. Promoting balance and jumping skills in children with Down syndrome. *Percept Mot Skills* 2002, 94:443–448

79. FREY GC, McCUBBIN JA, KASSER S, SKAGGS S. Physical fitness of trained runners with and without mental retardation. *Adapt Phys Activ Q* 1999, 16:126–137
80. PITETTI KH, TAN DM. Effects of a minimally supervised exercise program for mentally retarded adults. *Med Sci Sports Exerc* 1991, 23:594–601
81. RIMMER JH, KELLY LE. Effects of a resistance training program on adults with mental retardation. *Adapt Phys Activ Q* 1991, 8:146–153
82. SUOMI R, SURBURG PR, LECIUS P. Effects of hydraulic resistance strength training on isokinetic measures of leg strength in men and women with mental retardation. *Adapt Phys Activ Q* 1995, 12:377–387
83. STOPKA C, MORELY K, SIDERS R, SCHUETT J, HOUCK A, GILMET Y. Stretching techniques to improve flexibility in Special Olympics athletes and their coaches. *J Sport Rehabil* 2002, 11:22–34
84. LOTAN M. Quality physical intervention activity for persons with Down syndrome. *Scientific World Journal* 2007, 7:7–19
85. ROGERS-WALLGREN JL, FRENCH R, BEN-EZRA V. Use of reinforcement to increase independence in physical fitness performance of profoundly mentally retarded youth. *Percept Mot Skills* 1992, 75:975–982
86. FERNHALL B, PITETTI KH, RIMMER JH, McCUBBIN JA, RINTALA P, MILLAR AL ET AL. Cardiorespiratory capacity of individuals with mental retardation including Down syndrome. *Med Sci Sports Exerc* 1996, 28:366–371
87. FERNHALL B, PITETTI KH. Limitations to physical work capacity in individuals with mental retardation. *Clin Exerc Physiol* 2001, 3:176–185
88. CROCE RV, PITETTI KH, HORVAT M, MILLER J. Peak torque, average power, and hamstrings/quadriceps ratios in nondisabled adults and adults with mental retardation. *Arch Phys Med Rehabil* 1996, 77:369–372
89. HORVAT M, PITETTI KH, CROCE R. Isokinetic torque, average power, and flexion/extension ratios in nondisabled adults and adults with mental retardation. *J Orthop Sports Phys Ther* 1997, 25:395–399
90. PITETTI KH, CLIMSTEIN M, MAYS MJ, BARRETT PJ. Isokinetic arm and leg strength of adults with Down syndrome: A comparative study. *Arch Phys Med Rehabil* 1992, 73:847–850
91. FERNHALL B, OTTERSTETTER M. Attenuated responses to sympathoexcitation in individuals with Down syndrome. *J Appl Physiol* 2003, 94:2158–2165

Corresponding author:

S. Tokmakidis, Department of Physical Education and Sport Science, Democritus University of Thrace, GR-691 00 Komotini, Greece
e-mail: stokmaki@phyed.duth.gr

.....