

**ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΘΛΗΤΙΑΤΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

# «Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ ΣΤΙΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΙΔΙΚΗ ΗΛΙΚΙΑ»

**Δημήτριος Μανδηλαράς**

**Αργειτάκη Πολυξένη**

**ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2021**

© Copyright
Δημήτριος Μανδηλαράς
Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Εθνικής Αντιστάσεως 41, 172 37, Δάφνη, Αθήνα

**ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

## Περίληψη

Στη βιβλιογραφία είναι διαθέσιμη μια μεγάλη πληθώρα οδηγιών και συστάσεων για την φυσική δραστηριότητα που πρέπει να εφαρμόζεται και στην παιδική ηλικία. Η προαγωγή της υγείας, τα οφέλη και τα πλεονεκτήματα που επιφέρει η άσκηση έχουν παρουσιαστεί ενδελεχώς στις μελέτες που αφορούν τον παιδικό πληθυσμό. Παρόλα αυτά, τα δεδομένα για την εκτέλεση των σωματικών δραστηριοτήτων από τα παιδιά είναι αποκαρδιωτικά καθώς απέχουν μακράν από το προτεινόμενο επίπεδο το οποίο θεωρείται ικανοποιητικό σύμφωνα με τους διάφορους οργανισμούς. Ο σκεπτικισμός και τα ποικίλα εμπόδια που σχετίζονται με την άσκηση λειτουργούν αρνητικά στην απόκτηση των ωφέλιμων φυσιολογικών προσαρμογών κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση των παιδιών. Επομένως γίνεται επιτακτική η ανάγκη αποσαφήνισης και κατανόησης της επίδρασης της φυσικής δραστηριότητας στον οργανισμό των ατόμων κατά το κρίσιμο αυτό στάδιο της ζωής.

Η ανασκόπηση των διαθέσιμων βιβλιογραφικών πηγών και μελετών οδηγεί στη διεξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τον ορθό τρόπο εφαρμογής της άσκησης και το αντίκτυπο που θα έχει η υιοθέτηση ενός ενεργού προτύπου στα παιδιά. Σκοπός λοιπόν, της παρούσας εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της επίδρασης της άσκησης στις φυσιολογικές παραμέτρους στα παιδιά, αναφέροντας τόσο τις άμεσες προσαρμογές δηλαδή αυτές που αποκτούνται κατά την παιδική ηλικία όσο και εκείνες που διατηρούνται κατά το πέρας στην ενηλικίωση.

Λέξεις κλειδιά: παιδιά, φυσιολογικές παράμετροι, άσκηση, φυσική δραστηριότητα, προσαρμογές, ανάπτυξη.

# ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ


Περίληψη ..... i

Πίνακας Περιεχομένων ..... ii

Κατάλογος Πινάκων ..... iv

Κατάλογος Συμβόλων και Συντομογραφιών ..... iv

**I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ** ..... σελ.1

1.1. Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος ..... σελ.2

1.2. Σημασία της έρευνας ..... σελ.2

1.3. Μεταβλητές ..... σελ.2

1.4. Ερευνητικές υποθέσεις ..... σελ.2

1.5. Οριοθετήσεις και περιορισμοί της έρευνας ..... σελ.3

1.6. Διευκρίνιση όρων ..... σελ.3

**II. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ** ..... σελ.5

2.1. Παιδιά και ενήλικες ..... σελ.5

2.1.1. Ανάπτυξη και ωρίμανση ..... σελ.6

2.1.2. Ανάπτυξη μυών, δύναμη και σύνθεση σώματος ..... σελ.7

2.1.3. Καρδιαγγειακό σύστημα ..... σελ.7

2.1.4. Ανάπτυξη νευρικού συστήματος σελ.8

2.2. Φυσική κατάσταση ..... σελ.8

2.3. Σωματική δραστηρίοτητα ..... σελ.9

2.4. Σχέση μεταξύ σωματικής άσκησης και φυσικής κατάστασης ..... σελ.9

2.4.1. Αερόβια ικανότητα ..... σελ.10

2.4.2. .Ποσοστό σωματικού λίπους ..... σελ.11

2.4.3. Λοιπές φυσιολογικές παράμετροι ..... σελ.13

2.5. Τύποι φυσικής δραστηριότητας ..... σελ.13

2.5.1. Αερόβια άσκηση ..... σελ.13

2.5.2. Άσκηση αντιστάσεων ..... σελ.14

2.5.3. Διατάσεις ..... σελ.15

2.6. Επίδραση της άσκησης στις φυσιολογικές παραμέτρους ..... σελ.17

2.6.1. Καρδιαναπνευστική ικανότητα ..... σελ.17

2.6.2. Καρδιομεταβολική ικανότητα ..... σελ.19

2.6.3. Σύνθεση σώματος ..... σελ.19

2.6.4. Μυϊκή δύναμη, Μυϊκή αντοχή, Ισχύς ..... σελ.20
2.6.5. Οστά ..... σελ.22
2.7. Εμπόδια στην άσκηση ..... σελ.22
2.8. Στρατηγικές για την αύξηση της σωματικής δραστηριότητας στα παιδιά σελ.23

**III. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ** ..... σελ.25

**IV. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ** ..... σελ.27

# ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. ..... σελ.5

# ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

V.o2peak: Μέγιστη μετρούμενη τιμή της πρόσληψης οξυγόνου (L·min−1) ..... σελ.5

HR: Καρδιακή συχνότητα (beats·min−1)..... σελ.5

HRpeak: Μέγιστη μετρούμενη τιμή της καρδιακής συχνότητας (beats·min−1)..σελ.5

Stroke volume: Όγκος παλμού (ml·beat−1)..... σελ.5

Cardiac output (at %V.o2peak): Καρδιακή παροχή εκφραζόμενη σε ποσοστό της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου.....σελ.5

Arteriovenous oxygen difference (at %V.o2peak): Αρτηριοφλεβική διαφορά περιεκτικότητας οξυγόνου, εκφραζόμενη σε ποσοστό της μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου.....σελ.5

Blood flow to muscle: Αιματική ροή του μυός.....σελ.5

Systolic and diastolic blood pressure: Συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση (mm Hg).....σελ.5

Myocardial ischemia: Ισχαιμία του μυοκαρδίου ..... σελ.5

Tidal volume: Αναπνεόμενος όγκος (L) ..... σελ.5

Breathing frequency: Συχνότητα Αναπνοής (breaths·min−1).....σελ.5

VEpeak: Μέγιστος κατά λεπτό αερισμός (L·min−1) ..... σελ.5

Ventilatory drive, V.e/V.co2 slope: Αναπνευστικό ισοδύναμο για το διοξείδιο του άνθρακα ..... σελ.5

Ventilatory efficiency, V.e/V.o2: Αναπνευστικό ισοδύναμο για το οξυγόνο .... σελ.6

Fat oxidation: Οξείδωση του λίπους..... σελ.6

Carbohydrate oxidation: Οξείδωση υδατανθράκων ..... σελ.6

Peak blood lactate: Μέγιστη συσσώρευση γαλακτικού στο αίμα ..... σελ.6

Glycolytic capacity: Γλυκολυτική ικανότητα..... σελ.6

A-lactic capacity: Αγαλακτική ικανότητα ..... σελ.6

Lactate clearance: Κάθαρση/απομάκρυνση του γαλακτικού..... σελ.6

Recovery after high-intensity exercise: Ανάπαυση έπειτα απο υψηλής έντασης άσκηση.....σελ.6

$VO_2$max: Μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου ..... σελ10.

HDL-χοληστερόλη: Υψηλής πυκνότητας χοληστερόλη ..... σελ.12

ΔΜΣ: Δείκτης μάζας σώματος..... σελ19

# Ι. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Παγκοσμίως, οι οδηγίες για τη φυσική δραστηριότητα με σκοπό την προαγωγή της δημόσια υγεία ανταποκρίνονται στις ανάγκες άσκησης των παιδιών και εφήβων [WHO, 2010; DC, 2008; Tremblay et al., 2011]. Αρκετοί οργανισμοί, συμπεριλαμβανομένων της Αμερικανικής Ακαδημίας Παιδιατρικής (American Academy of Pediatrics), της Αμερικανικής Ένωσης Φυσικής Θεραπείας (American Physical Therapy Association) και του Αμερικανικού Κολλεγίου Αθλητικής Ιατρικής (American College of Sports Medicine), εξέτασαν και δημοσιοποίησαν οδηγίες [Hagan et al., 2010; Ganley et al.. 2011; ACSM, 2010]. Οι ευρέως αποδεκτές συστάσεις άσκησης για τους νέους περιλαμβάνουν, 1 ώρα ή/και περισσότερο καθημερινά, σύμφωνα με την ηλικία, αερόβια άσκηση και δραστηριότητες μυϊκής ενδυνάμωσης τουλάχιστον 3 φορές την εβδομάδα.

Το Υπουργείο Υγείας και Ανθρωπίνων Υπηρεσιών των ΗΠΑ (U.S. Department of Health and Human Services) εκτιμά ότι περισσότερο από το 80% των Αμερικανών εφήβων δεν ακολουθούν τις οδηγίες άσκησης που τους αντιστοιχούν [People & US Department of Health and Human Services, 2000]. Η έλλειψη σωματικής άσκησης έχει αναμφίβολα συμβάλει στην ανησυχητική αύξηση του ποσοστού παχυσαρκίας των παιδιών και των εφήβων [Ogden et al., 2010]. Η συμμετοχή σε κινητικές δραστηριότητες (άσκηση) μειώνει το σωματικό λίπος, αυξάνει την καρδιοαναπνευστική ικανότητα και τη μυϊκή δύναμη, βελτιώνει την υγεία των οστών και έχει γνωστικά και ψυχοκοινωνικά οφέλη [People & US Department of Health and Human Services, 2000].

Η σωματική δραστηριότητα αποτελεί θεμέλιο κατά την πρώιμη ανάπτυξη κάθε παιδιού και επηρεάζει πολλές πτυχές της υγείας του [King et al., 2003]. Τα υψηλότερα επίπεδα άσκησης σε παιδιά σχολικής ηλικίας συνδέονται με σημαντικά βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα οφέλη στην υγεία, αναλυτικότερα σε φυσιολογικούς, συναισθηματικούς, κοινωνικούς και γνωστικούς τομείς καθ' όλη τη διάρκεια ζωής [DC, 2008; WHO, 2017; NIH, 2016]. Ως εκ τούτου, αποτελεί ζωτικής σημασίας η ενσωμάτωση της φυσικής δραστηριότητα στην καθημερινότητα των παιδιών, θέτοντας τις βάσεις για τη διευκόλυνση και διατήρηση ενός υγιούς, ενεργού τρόπου ζωής κατά την ενηλικίωση [Tucker, 2008]. Οι επιπτώσεις της άσκησης στην υγεία στην περίοδο της πρώιμης παιδικής ηλικίας δεν μπορούν να αγνοηθούν, δικαιολογώντας έτσι την ανάγκη αναζήτησης των σχέσεων μεταξύ της σωματικής δραστηριότητας και των αποτελεσμάτων της στον οργανισμό των παιδιών. Αν και

αυτή η ηλικία αντιπροσωπεύει μια κρίσιμη περίοδο για την προώθηση της σωματική δραστηριότητας, τα μακροπρόθεσμα οφέλη στην φυσική κατάσταση του οργανισμού, από το να αποτελεί κανείς σωματικά ενεργό άτομο από μικρή ηλικία, δεν έχουν ακόμη επιβεβαιωθεί [Timmons et al., 2012]. Θεωρείται ότι, η προώθηση της άσκησης στην πρώιμη παιδική ηλικία βοηθά στην ανάπτυξη κινητικών δεξιοτήτων [Timmons et al., 2007]. Αυτή η υπόθεση επιβεβαιώνεται από τα στοιχεία που δείχνουν μια αμοιβαία σχέση, σε διάφορα επίπεδα, μεταξύ της σωματικής δραστηριότητας και της κινητικής ανάπτυξης [Fisher et al., 2005; Williams et al., 2008; Iivonen et al., 2013; Trevlas et al., 2003].

### 1.1.Ορισμός και διατύπωση του προβλήματος

Σκοπός της παρούσας μελέτης αποτέλεσε η εξακρίβωση της επίδρασης της φυσικής δραστηριότητας/ άσκησης στις φυσιολογικές παραμέτρους κατά τη παιδική ηλικία και δευτερευόντως ο εντοπισμός των επιδράσεων αυτής της τακτικής στην μετέπειτα (ηλικιακά) φυσική κατάσταση.

### 1.2.Σημασία της έρευνας

Η βιβλιογραφική αυτή ανασκόπηση βοήθησε: α) στην συγκέντρωση πληροφοριών σχετικά με τη φυσική δραστηριότητα και τον τρόπο επίδρασης της στις φυσιολογικές παραμέτρους των παιδιών, β) στην οριοθέτηση του όγκου και είδους άσκησης που αντιστοιχεί στα άτομα παιδικής ηλικίας έτσι ώστε να επιτευχθούν τα βέλτιστα οφέλη στις διάφορες παραμέτρους φυσικής κατάστασης, γ) στην αποσαφήνιση των επιπτώσεων που σχετίζονται με την εφαρμογή φυσικών δραστηριοτήτων κατά την παιδική ηλικία στις παραμέτρους υγείας κατά την ενηλικίωση και μετέπειτα πορεία της ζωής και δ) στην παρουσίαση των δεδομένων που επικρατούν σύμφωνα με μελέτες, των στρατηγικών ανατροπής/ αποφυγής ανεπιθύμητων καταστάσεων και των προτύπων συμπεριφοράς που σκοπό έχουν την απόκτηση των ορθότερων προσαρμογών στα παιδιά.

### 1.3.Μεταβλητές .

Ανεξάρτητη μεταβλητή: άσκηση, φυσική δραστηριότητα

Εξαρτημένη μεταβλητή: φυσιολογικές παράμετροι των παιδιών

### 1.4.Ερευνητικές υποθέσεις

Η άσκηση/ φυσική δραστηριότητα επιδρά στις φυσιολογικές παραμέτρους των παιδιών προσφέροντας οφέλη και προσαρμογές τόσο κατά την παιδική ηλικία όσο και κατά την ενηλικίωση.

### 1.5. Οριοθετήσεις και Περιορισμοί

Περιορισμοί:

- Χρησιμοποιήθηκαν βιβλιογραφικές πηγές τόσο πρόσφατες χρονολογικά όσο και παλαιότερης δεκαετίας.
- Από τις φυσιολογικές παραμέτρους που επηρεάζει η άσκηση/ φυσική δραστηριότητα αναφέρθηκαν ορισμένες και επιλεγμένες.
- Υπήρξε ανομοιογένεια δείγματος στις διάφορες μελέτες που συμπεριλήφθηκαν στην βιβλιογραφική ανασκόπηση.
- Η αναφορά των επιπτώσεων της άσκησης/ φυσικής δραστηριότητα στην υγεία και φυσική κατάσταση των ατόμων κατά την παιδική ηλικία και κατά την μετάβαση στην ενηλικίωση είναι συγκεκριμένη.
- Ο τρόπος αξιολόγησης της επίδρασης της άσκησης/ φυσικής δραστηριότητας στις παραμέτρους διέφερε μεταξύ των μελετών που συμπεριλήφθηκαν.

Οριοθετήσεις:

- Στις χρησιμοποιηθέντες έρευνες η χρονολογική ηλικία του δείγματος ήταν οριοθετημένη.

### 1.6. Διευκρίνιση όρων

Fitness: ευρωστία, ένα σύνολο ιδιοτήτων ή χαρακτηριστικών που τα άτομα διαθέτων ή αποκτούν και σχετίζονται με την ικανότητά τους να εκτελούν φυσική δραστηριότητα.

High density lipoprotein (HDL) – χοληστερόλη: Η υψηλής περιεκτικότητα λιποπρωτεΐνη δεσμεύει και απομακρύνει μόρια χοληστερόλης (λιπίδια) απο τα κύτταρα τα οποία χρειάζεται να τα εξάγουν.

Άσκηση: μορφή φυσικής δραστηριότητας αποτελούμενη από σχεδιασμένη, δομημένη και επαναλαμβανόμενη σωματική κίνηση που γίνεται με σκοπό τη βελτίωση και/ή τη διατήρηση ενός ή περισσότερων συστατικών στοιχείων της ευρωστίας.

Δείκτης μάζας σώματος (ΔΜΣ): δείκτης μέτρησης του σωματικού λίπους με βάση το ύψος και το βάρος. Υπολογίζεται από τον τύπο ΔΜΣ = βάρος (kg) / (ύψος)2 (m2).

Ευκινησία: Η ικανότητα μετακίνησης ενός σώματος ως προς το χώρο και το χρόνο.

Ευλυγισία: η ελαστικότητα των μυών και η αρθρική κινητικότητα.

Μέγιστη κατανάλωση οξυγόνου (VO2max): Ο ανώτερος όγκος οξυγόνου, που καταναλώνουν τα κύτταρα σε μέγιστη προσπάθεια.

Παχυσαρκία: η κλινική κατάσταση που προκαλείται από υπερβολική συσσώρευση λίπους στο σώμα και είναι πιθανό να επιφέρει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία.

Υγεία: η κατάσταση της πλήρους σωματικής, ψυχικής και κοινωνικής ευεξίας και όχι μόνο η απουσία ασθένειας ή αναπηρίας.

Φυσική δραστηριότητα: οποιαδήποτε σωματική κίνηση που προκαλείται από τη συστολή των σκελετικών μυών και έχει ως αποτέλεσμα σημαντική αύξηση των θερμιδικών αναγκών σε σχέση με την ενεργειακή δαπάνη ηρεμίας.

Φυσική κατάσταση: η ικανότητα των ατόμων να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις του περιβάλλοντος.

Ωρίμανση: η διαδικασία της τελικής φάσης της ανάπτυξης, η πορεία προς την ολοκλήρωση της ανάπτυξης του οργανισμού.

# ΙΙ. ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

## 2.1.Παιδιά και ενήλικες

Επειδή τα παιδιά και οι έφηβοι (που ορίζονται ως άτομα ηλικίας 6 έως 17 ετών) δεν αποτελούν απλώς μικροσκοπικοί ενήλικες (Πίνακας 1), είναι σημαντική η γνώση ότι τα παιδιά μπορεί να είναι ευάλωτα σε τραυματισμούς και να μην ανταποκρίνονται θετικά σε συγκεκριμένους τύπους ή εντάσεις άσκησης. Η αναγνώριση του ότι η προπόνηση μπορεί να επηρεάσει θετικά την ανάπτυξη και την ωρίμανση, αποκτά ιδιαίτερη σημασία αφού μπορεί να εφαρμοστεί με σύνεση σε κρίσιμες περιόδους ανάπτυξης, όταν τα παιδιά μπορούν να απολαύσουν τα βέλτιστα οφέλη [Takken et al., 2017].

**Πίνακας 1.** *Παρατηρούμενες διαφορές των φυσιολογικών παραμέτρων στην άσκηση μεταξύ ενηλίκων και παιδιών [Takken et al., 2017].*

| Μεταβλητή | Διαφορά με ενήλικες |
|---|---|
| **Καρδιαναπνευστικό σύστημα** | |
| V.o2peak, L·min−1 | Χαμηλότερο |
| V.o2peak, ml·kg−1·min−1 | Υψηλότερο |
| Submaximal HR, beats·min−1 | Υψηλότερο |
| HRpeak, beats·min−1 | Υψηλότερο |
| Stroke volume (sub)max, ml·beat−1 | Χαμηλότερο |
| Cardiac output (at %V.o2peak) | Χαμηλότερο |
| Arteriovenous oxygen difference (at %V.o2peak) | Υψηλότερο |
| Blood flow to muscle | Υψηλότερο |
| Systolic and diastolic blood pressure, mm Hg | Χαμηλότερο |
| Myocardial ischemia | Σπάνιο |
| **Πνευμονικό σύστημα** | |
| Tidal volume, L | Χαμηλότερο |
| Breathing frequency, breaths·min−1 | Υψηλότερο |
| V.epeak, L·min−1 | Χαμηλότερο |
| Ventilatory drive, V.e/V.co2 slope | Υψηλότερο |
| Ventilatory efficiency, V.e/V.o2 | Χαμηλότερο |
| **Μεταβολισμός** | |

| | |
|---|---|
| Fat oxidation | Υψηλότερο |
| Carbohydrate oxidation | Χαμηλότερο |
| Peak blood lactate | Χαμηλότερο |
| Glycolytic capacity | Χαμηλότερο |
| A-lactic capacity | Χαμηλότερο |
| Lactate clearance | Ίδιο |
| Recovery after high-intensity exercise | Ταχύτερο |

### 2.1.1. Ανάπτυξη και ωρίμανση

Καθώς τα παιδιά διαφοροποιούνται σε μέγεθος, το ίδιο συμβαίνει και σε πολλές από τις λειτουργικές τους ικανότητες. Η αντοχή, οι κινητικές ικανότητες, η καρδιαγγειακή λειτουργία και οι αερόβιες και αναερόβιες ικανότητες αυξάνονται σημαντικά. Η ωρίμανση και η ανάπτυξη των οστών, των μυών, των νεύρων και των οργάνων τους καθορίζουν τις φυσιολογικές και κινητικές τους ικανότητες. Επειδή οι αποδόσεις των παιδιών συχνά καλυτερεύουν καθώς μεγαλώνουν, μερικές φορές είναι δύσκολο να προσδιοριστεί εάν οι βελτιώσεις είναι αποτέλεσμα της προσαρμογής που παρέχεται μέσω των δραστηριοτήτων ή εάν οφείλεται στη φυσική πορεία της ζωής. Η φυσική κατάσταση και το επίπεδο ωριμότητας του σώματος ενός παιδιού μπορεί να ποικίλλει σημαντικά μεταξύ των παιδιών της ίδιας ηλικίας [Rowland, 2005].

Η εφηβεία σηματοδοτεί την ανάπτυξη δευτερογενών χαρακτηριστικών του φύλου, η σεξουαλική αναπαραγωγή καθίσταται δυνατή και η ωρίμανση τελικά σταματά και τερματίζει. Λίγο πριν την εφηβεία, ο ρυθμός μεταβολής του ύψους (ανάπτυξη) αυξάνεται σημαντικά. Τα κορίτσια μεγαλώνουν ταχύτερα σε ηλικία περίπου 12 ετών, ενώ τα αγόρια στην ηλικία των 14 ετών. Κατά τη διάρκεια αυτών των φάσεων ταχείας ανάπτυξης, τα παιδιά διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο τραυματισμού στις πλάκες ανάπτυξης των οστών των επιφύσεων από επαναλαμβανόμενες κινήσεις ή μεγάλες δυνάμεις που ασκούνται στα οστά. Επίσης, οι υπερβολές στην άσκηση μπορούν να προκαλέσουν ανεπανόρθωτες βλάβες από επαναλαμβανόμενα μικροτραύματα και πρόωρο τερματισμό της ανάπτυξης των οστών [Kohrt et al., 2004].

2.1.2. . Ανάπτυξη μυών, δύναμη και σύνθεση σώματος

Ακριβώς όπως η σκελετική ανάπτυξη προκαλεί ανησυχία, έτσι γίνεται και με την ανάπτυξη των μυών. Τα αγόρια συνήθως αυξάνουν τη μυϊκή τους μάζα έως και 45% λόγω της 10πλάσιας αύξησης της ορμόνης τεστοστερόνης [Froberg & Lammert, 1996]. Τα κορίτσια βιώνουν μυϊκή ανάπτυξη κατά την εφηβεία, αλλά όχι στο ίδιο επίπεδο με τα αγόρια. Οι ορμονικές αλλαγές ευθύνονται κυρίως για το ποσό δύναμης και το μέγεθος των μυών στους νέους. Δραστηριότητες που απαιτούν επιπλέον ανάπτυξη της μυϊκής δύναμης προτείνεται να εκτελούνται αποτελεσματικότερα και με ασφάλεια μετά την έναρξη των αλλαγών που σχετίζονται με την εφηβεία [Fleck & Kraemer, 2014].

Αντιθέτως, η αυξημένη ποσότητα οιστρογόνου στα κορίτσια κατά την εφηβεία συνδέεται με τα επίπεδα σωματικού λίπους τα οποία παρουσιάζουν άνοδο. Λόγω του ότι, τα κορίτσια τυπικά παρουσιάζουν αύξηση του σωματικού λίπους σε αντίθεση με τη μυϊκή μάζα κατά την εφηβεία, μπορεί να εντοπιστεί χαμηλότερη αναλογία δύναμης προς σωματικό βάρος, επηρεάζοντας συχνά αρνητικά την ικανότητά τους να εκτελέσουν δραστηριότητες που φέρουν βάρος. Είναι επίσης σημαντική η παραδοχή ότι τα σωματικά ενεργά παιδιά, ανεξάρτητα από το φύλο τους, έχουν χαμηλότερο σωματικό λίπος και περισσότερη άλιπη μάζα από ό, τι οι “ανενεργοί” συνομήλικοι τους, με αποτέλεσμα μια καλύτερη φυσική κατάσταση, υγεία και αποτελεσματικότητα στην κίνηση [Kraemer & Fleck, 2005].

2.1.3. Καρδιαγγειακό σύστημα

Οι αερόβιες δραστηριότητες πρέπει επίσης να διεξάγονται λαμβάνοντας υπόψιν τις διαφορές μεταξύ παιδιών και ενηλίκων. Τα παιδιά έχουν μικρότερες (σε μέγεθος) καρδιές (αντλίες), χαμηλότερο όγκο αίματος και όγκο παλμού (ποσότητα αίματος που αντλείται με κάθε χτύπο) και χαμηλότερη συνολική καρδιακή εξώθηση από ό, τι οι ενήλικες. Με άλλα λόγια, τα παιδιά έρχονται αντιμέτωπα με μεγαλύτερο φορτίο (καρδιακό) σε σύγκριση με τους ενήλικες όταν ασκούνται στον ίδιο ρυθμό. Η καρδιακή συχνότητα του παιδιού είναι υψηλότερη, και το στρες της άσκησης μεγαλύτερο. Οι επιπτώσεις αυτών των διαφορών επηρεάζουν τις αποδόσεις σε διάφορες δραστηριότητες όπως το τρέξιμο απόστασης και άλλες δραστηριότητες αντοχής που φέρουν βάρος.

Η απόδοση των παιδιών συνήθως είναι κατώτερη από αυτήν των ενηλίκων καθώς, τα παιδιά καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια σε δραστηριότητες μεταφοράς

βάρος για την ίδια σχετική ένταση άσκησης [Jenny & Armstrong, 2013; Strawbridge, 2013].

#### 2.1.4. Ανάπτυξη νευρικού συστήματος

Το νεαρό νευρικό σύστημα παρουσιάζει διαφοροποίησες που οδηγούν σε σημαντικές συνέπειες στην απόδοση και λειτουργική ικανότητα. Με την ανάπτυξη, το νευρικό σύστημα ωριμάζει. Συγκεκριμένα, οι νευρικές ίνες καλύπτονται με λιπαρή ουσία που επιταχύνει το ρυθμό μετάδοσης των ώσεων. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας αποτελεί ο ταχύτερος χρόνος αντίδρασης, καλύτερος συντονισμός και επιδεξιότητα, υψηλότερη αποτελεσματικότητα κινήσεων και καλύτερη ισορροπία. Πριν από αυτήν την εξέλιξη, τα παιδιά έχουν περιορισμένη κινητική ικανότητα που αφορά τις κύριες κινήσεις μεγάλων μυών. Αυτό σημαίνει ότι τα παιχνίδια και οι δύσκολες δραστηριότητες που απαιτούν ποικιλία δεξιοτήτων δεν ενδείκνυνται για τα μικρότερα ηλικιακά παιδιά [Strawbridge, 2013].

### 2.2.Φυσική κατάσταση

Ο όρος «φυσική κατάσταση» συχνά χρησιμοποιείται εσφαλμένα ως συνώνυμο της αερόβιας ικανότητας και όχι ως την ομπρέλα που συμπεριλάβει όλες τις φυσιολογικές παραμέτρους οι οποίες συνδέονται με την υγεία [Hands et al., 2009]. Η φυσική κατάσταση στον παιδικό πληθυσμό έχει οριστεί ως η ικανότητα πραγματοποίησης φυσικών δραστηριοτήτων χωρίς κόπωση που σχετίζεται με τη γενική κατάσταση του καρδιοαναπνευστικού και μυϊκού συστήματος, ειδικότερα τα επίπεδα μυϊκής δύναμης, έκτασης της κίνησης, ταχύτητας και συντονισμού [Deforche et al., 2003]. Η πλειονότητα των μελετών επικεντρώνεται στην αερόβια ικανότητα, παραβλέποντας το νευρομυϊκό συντονισμό ο οποίος αντανακλά τη μυϊκή δύναμη, την ευελιξία και την ταχύτητα [Cepero et al., 2011]. Ωστόσο, βελτιώσεις στη μυϊκή δύναμη, την ταχύτητα και την ευκινησία, αντί της αερόβιας ικανότητα, φαίνεται να έχουν θετική επίδραση στη μυοσκελετική υγεία. Οι Armstrong και Welsman (1997) ανέφεραν ότι το νευροκινητικό σύστημα μπορεί να είναι εξίσου σημαντικό με την αερόβια ικανότητα στη διατήρηση της υγείας. Το “Fitness” έχει προταθεί ως σημαντικός δείκτης της κατάστασης της υγείας σε οποιαδήποτε ηλικία [Ortega et al., 2007], και θεωρείται σημαντική βάση στήριξης για τη διατήρηση και καλυτέρευσης της υγείας και της ποιότητας ζωή, και ως εκ τούτου για τη βελτίωση της ολιστικής ανάπτυξης ενός παιδιού [Malina, 2001]. Η φυσική κατάσταση σχετίζεται με χαμηλότερο επιπολασμό παραγόντων κινδύνου καρδιαγγειακών παθήσεων, βελτιώνει

την ψυχική και οστική υγεία, αυξάνει την ακαδημαϊκή απόδοση, αναπτύσει τις κινητικές δεξιότητες και

προστατεύει από θνησιμότητα όλων των αιτιών [Van Dusen et al., 2011]. Επίσης περιλαμβάνει ψυχοσωματικούς, γνωστικούς, κοινωνικούς και συναισθηματικούς παράγοντες [Weineck, 2003].Επιπλέον, υπάρχει μια ισχυρή σχέση μεταξύ της φυσικής κατάστασης, ειδικά της καρδιοαναπνευστικής ικανότητας, και διάφορων μέτρων παχυσαρκίας σε παιδιά και εφήβους [Ruiz et al., 2006].

### 2.3. Σωματική δραστηριότητα

Η σωματική δραστηριότητα αναγνωρίζεται ευρέως ως ένα μια χαρακτηριστική συμπεριφορά για την προώθηση της υγείας και πρόληψη ασθενειών. Ωστόσο, ένα μεγάλο μέρος του πληθυσμού δεν είναι αρκετά ενεργό για να αποκτήσει αυτά τα οφέλη [WHO, 2010]. Στη σύγχρονη κοινωνία υπάρχουν πολλές αφορμές για καθιστική ζωή και ταυτόχρονα για κατανάλωση τροφίμων υψηλής ενεργειακής αξίας. Σιωπηλά, τα άτομα οδηγούνται σε όλο και πιο καθιστικό βιοτικό επίπεδο [Marshall et al., 2002], με επακόλουθη αύξηση των παραγόντων κινδύνου για την ανάπτυξη πολλών χρόνιων ασθενειών υποκινητικότητας. Αν και το πρόβλημα επικεντρωνόταν στους ενήλικες, εδώ και λίγο καιρό η επίπτωση στα παιδιά έχει αυξηθεί σημαντικά. Παιδιά που ασκούνται λαμβάνουν ένα σύνολο οφελών για την υγεία, όπως: μείωση του κινδύνου καρδιαγγειακών παθήσεων [Andersen et al., 2006] και υπέρτασης [Sarzynski, et al., 2010], χαμηλή συχνότητα εμφάνισης διαβήτη [Gaya et al., 2009], αυξημένη οστική πυκνότητα [Hind & Burrows, 2007], προφυλακτική δράση από διαταραχές του μυοσκελετικού συστήματος [Prentice et al., 2006], ψυχολογική ευημερία και υψηλότερη ακαδημαϊκή απόδοση [Sallis et al., 2000].

### 2.4.Σχέση μεταξύ σωματικής άσκησης και φυσικής κατάστασης

Στα παιδιά, η ισχυρή και θετική σχέση μεταξύ σωματικής δραστηριότητας και φυσικής κατάστασης που εκδηλώνεται στους ενήλικες δεν είναι τόσο εμφανής, και υπάρχει κάποια διαμάχη στη βιβλιογραφία. Σε αυτό συμβάλλει ένας αριθμός παραγόντων που εμποδίζει την αποσαφήνιση αυτής της σχέσης, συμπεριλαμβανομένης της δυσκολίας μέτρησης της καθημερινής σωματικής δραστηριότητας σε μεγάλα δείγματα, την έλλειψη διαχρονικών μελετών, την απουσία συναίνεση σχετικά με την εγκυρότητα των διαφορετικών μεθόδων αξιολόγησης, τους διάφορους ορισμούς της σωματικής δραστηριότητας και την δυσκολία αξιολόγησης με ακρίβεια της έντασης της σωματικής δραστηριότητας [Twist et al., 2000].

Σημαντικοί φυσιολογικοί, ανατομικοί και ψυχολογικοί μετασχηματισμοί λόγω ωρίμανσης και ανάπτυξης που επηρεάζουν τη φυσική κατάσταση, συμβαίνουν κατά την παιδική ηλικία και την εφηβεία. Η φυσική κατάσταση είναι μια βασική ιδέα της

(κλινικής) φυσιολογίας της άσκησης και μπορεί να θεωρηθεί ως ένα ολοκληρωμένο μέτρο των περισσότερων, αν όχι όλων, των σωματικών λειτουργιών που εμπλέκονται στην εκτέλεση της καθημερινής σωματικής άσκησης και των φυσικών δραστηριοτήτων [Ortega et al., 2008]. Αυτές οι λειτουργίες του σώματος περιλαμβάνουν την αερόβια ικανότητα, τη σύνθεση του σώματος, τη μυϊκή δύναμη και αντοχή, την ταχύτητα, την ισορροπία, την ευλυγισία και τον συντονισμό [Vanhees et al., 2005].

### 2.4.1. Αερόβια ικανότητα

Η καρδιοαναπνευστική ικανότητα θεωρείται συχνά ο καλύτερος δείκτης της ατομικής φυσικής κατάστασης, δεδομένου ότι προσδιορίζει και άλλες φυσιολογικές παραμέτρους [Costa et al., 2000]. Αυτό το γεγονός έχει παρακινήσει πολλούς ερευνητές για τη διερεύνηση της σχέση μεταξύ σωματικής άσκησης και αερόβιας ικανότητας σε νέους και επιδημιολογικής διατομής μελέτες έχουν δείξει σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ αυτών των δύο μεταβλητών, αν και η ισχύς ήταν γενικά αδύναμη. Graf et al. (2004) αξιολόγησαν 668 παιδιά (μέσης ηλικίας 7,6 ετών) συγκρίνοντας τις πρακτικές της φυσικής τους δραστηριότητας (ερωτηματολόγιο) και την απόδοση σε στη δοκιμασία 6 λεπτών τρέξιμο. Σημείωσαν ότι τα πιο ενεργά παιδιά ήταν σημαντικά καλύτερα στη συγκεκριμένη δοκιμασία. Οι Dencker et al. (2006) εξέτασαν τη σχέση μεταξύ της καθημερινής σωματικής δραστηριότητας 248 παιδιών από τη Σουηδία, 8 έως 11 ετών, και τη VO2max (μέγιστη πρόσληψη οξυγόνου). Βρήκαν σημαντική και θετική συσχέτιση μεταξύ της συνολικής σωματικής δραστηριότητας και της VO2max. Οι Ara et al. (2007) διερεύνησαν την πιθανή συμβολή της σωματικής δραστηριότητας (συμμετοχή σε εξωσχολικές φυσικές δραστηριότητες) στα αποτελέσματα της δοκιμασίας EUROFIT test, παιδιών 7 έως 10 ετών. Τα ευρήματα έδειξαν ότι η σωματική δραστηριότητα σχετιζόταν θετικά με την απόδοση. Στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, δείγμα 230 παιδιών μεταξύ 7 και 12 ετών, αξιολογήθηκε βάση της δοκιμασίας FITNESSGRAM, της φυσικής δραστηριότητας (ερωτηματολόγιο, συνέντευξη και βηματομετρία) και των κινητικών δεξιοτήτων [Castelli & Valley, 2007]. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η καθημερινή σωματική δραστηριότητα σχετίζεται σημαντικά με την επίδοση στη δοκιμασία FITNESSGRAM. Οι Dencker et al. (2008) αξιολόγησαν τους συσχετισμούς μεταξύ της αντικειμενικά μετρημένης καθημερινής σωματικής δραστηριότητας (επιταχυνσιόμετρα για 4 ημέρες και καθημερινή συγκέντρωση μέτριας έως έντονης δραστηριότητας) και της αερόβια ικανότητας (έμμεση θερμιδομετρία κατά τη

διάρκεια ενός τεστ άσκησης), σε 225 παιδιά (ηλικίας 7,9-11,1 ετών). Βρέθηκαν σημαντικές σχέσεις μεταξύ της έντονης

δραστηριότητας και της αερόβιας ικανότητας, ενώ η μέτρια έως έντονη δραστηριότητα παρουσίασε ασθενέστερες σχέσεις. Οι Tovar et al. (2008) παρατήρησάν μια σημαντική θετική συσχέτιση (p <0,05) του αυτοαναφερόμενου επιπέδου φυσικής δραστηριότητας με την απόδοση στο αερόβιο τεστ γυμναστικής πολλαπλών σταδίων, 655 αγοριών (μεταξύ 7 και 18 ετών). Οι Sveinsson et al. (2009) εξέτασαν την αλληλεξάρτηση μεταξύ αερόβιας φυσικής κατάστασης (κυκλοεργόμετρο) και φυσικής δραστηριότητας, σε 270 συμμετέχοντες που επιλέχθηκαν από 18 δημοτικά και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης σχολεία στην Ισλανδία (9 και 15 ετών). Η σωματική δραστηριότητα συγκέντρωσε ένα μικρότερο ποσοστό (0%) της μη προσαρμοσμένης διακύμανσης της φυσικής κατάστασης για τους 9χρονους από τους 15χρονους (19%). Οι συγγραφείς διαπίστωσαν επίσης ότι οι διαφορές μεταξύ των φύλων στην αεροβική ικανότητα μετά την εφηβεία μπορεί σε μεγάλο βαθμό να εξηγηθούν από τις διαφορές φύλου στη σωματική δραστηριότητα. Πιο πρόσφατα, οι Dencker et al. (2010) διερεύνησαν με άμεση μέτρηση τη σχέση μεταξύ φυσικής δραστηριότητας για μια περίοδο 4 ημερών και μέγιστης πρόσληψης οξυγόνου (VO2peak: ml.min-1kg-1, με έμμεση θερμιδομετρία κατά τη μέγιστης δοκιμασία κοπώσεως), σε 468 παιδιά (246 αγόρια, 222 κορίτσια) ηλικίας 6,7 + 0,4 ετών. Οι συντελεστές συσχέτισης Pearson έδειξαν μια αδύναμη σχέση μεταξύ των μεταβλητών καθημερινής φυσικής δραστηριότητας και πρόσληψης οξυγόνου στα αγόρια, με εξαίρεση τον χρόνο που αντιστοιχούσε σε καθιστική και ελαφριά δραστηριότητα, που δεν σχετίζεται όμως με το VO2peak. Καμία από τις καθημερινές μεταβλητές φυσικής δραστηριότητας δεν σχετίστηκε σημαντικά με το VO2peak στα κορίτσια, με εξαίρεση μια πολύ αδύναμη σχέση που αφορά τη μέτρια έντασης δραστηριότητα.

### 2.4.2. .Ποσοστό σωματικού λίπους

Η φυσική κατάσταση των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών έχει τεκμηριωθεί εκτενώς. Πολλές μελέτες έχουν ήδη δημιουργήσει μια αρνητική σχέση μεταξύ του υπερβολικού σωματικού λίπους και των επιδόσεων τόσο στην αντοχή όσο και των δραστηριοτήτων που φέρουν βάρος [Dumith et al., 2010; Tovar et al., 2008], ενώ η ευλυγισία δεν φαίνεται να διαφέρει σημαντικά μεταξύ των υπέρβαρων ή παχύσαρκων παιδιών και των συνομηλίκων με κανονικό βάρος [Casajús et al., 2007]. Οι Ara et al. (2007) διερεύνησαν τη συσχέτιση του ΔΜΣ με τη σωματική δραστηριότητα (συμμετοχή σε εξωσχολικές σωματικές δραστηριότητες) 1068 Ισπανών παιδιών από 7 έως 12 ετών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η αερόβια φυσική

κατάσταση (VO2max) συσχετίστηκε αρνητικά με το πάχος και στα δύο φύλα. Στις ΗΠΑ, ένα δείγμα 230 παιδιά ηλικίας μεταξύ 7 και 12 ετών, αξιολογήθηκε στη δοκιμασία FITNESSGRAM και BMI [Castelli & Valley, 2007]. Τα αποτελέσματα που βρήκαν οι συγγραφείς δείχνουν χαμηλή, αλλά σημαντική συσχέτιση, μεταξύ του ΔΜΣ και των δοκιμασιών που πραγματοποιήθηκαν (r = -.24 έως -.29). Σε μια ανάλυση απόδοσης σε θεμελιώδεις κινητικές δεξιότητες (M-ABC) και BMI 117 παιδιών, από 5 έως 10 ετών, οι D'Hondt et al. (2009) παρατήρησαν μια σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ αυτών των δύο μεταβλητών. Οι Castro-Piñero et al. (2009) μελέτησαν την επίδραση του σωματικού βάρους (ΔΜΣ) σε 9 διαφορετικές δοκιμασίες μυϊκής δύναμης σε παιδιά (1513 αγόρια και 1265 κορίτσια) ηλικίας 6 έως 17,9 χρόνια. Τόσο τα παιδιά όσο και οι έφηβοι με χαμηλό ή/και κανονικό βάρος είχαν σημαντικά υψηλότερη απόδοση από τους υπέρβαρους και παχύσαρκους συνομήλικους τους (αγόρια και κορίτσια). Οι Sveinsson et al. (2009) μελέτησαν τη σχέση μεταξύ αερόβιας ικανότητας και σύνθεσης σώματος (λογάριθμος του αθροίσματος τεσσάρων δερματικών πτυχών και BMI), σε 270 συμμετέχοντες (9 και 15 ετών). Όλες οι μεταβλητές σύνθεσης του σώματος αντιστοιχούσαν σε ένα παρόμοιο ποσοστό της διακύμανσης φυσικής κατάστασης των 9χρονων. Οι Dumith et al. (2010) πραγματοποίησε μελέτη με 519 Βραζιλιάνους μαθητές (ηλικίας 7 έως 15 ετών). Η φυσική κατάσταση αξιολογήθηκε χρησιμοποιώντας 8 δοκιμασίες. Οι συγγραφείς διαπίστωσαν ότι υψηλότερες τιμές του δείκτη μάζας σώματος συσχετίζονται με μειώσεις στη φυσική κατάσταση, ανεξάρτητα από την ηλικία. Οι μαθητές κανονικού βάρους είχαν καλύτερη απόδοση από τους υπέρβαρους και παχύσαρκους μαθητές σε όλες τις δοκιμασίες, εκτός από δύο. Η φυσιολογική καρδιοαναπνευστική ικανότητα είχε την ισχυρότερη σχέση με τον ΔΜΣ. Οι Xianwen et al. (2010) διερεύνησαν τη συσχέτιση της κατάστασης του βάρους με τη φυσική κατάσταση (άλμα, 50 μέτρα σπριντ και τρέξιμο 50μ x 8) μεταξύ 6929 Κινέζων παιδιών (ηλικίας 6-12 ετών). Αναγνωρίστηκε μια αντίστροφη συσχέτιση της παχυσαρκίας με την καρδιοαναπνευστική ικανότητα, την εκρηκτική δύναμη των μυών και την ταχύτητα. Η πιθανότητα επίτευξης καλής απόδοσης ήταν πολύ χαμηλότερη μεταξύ των υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών συγκριτικά με τους συνομήλικους τους με κανονικό βάρος. Πρόσφατα, σε μια μελέτη για την ανάλυση της σχέσης σωματικού λίπους με τα επίπεδα φυσικής κατάστασης των Josh et al. (2012) έδειξε ότι οι συμμετέχοντες με φυσιολογικό για την ηλικία ΔΜΣ έχουν υψηλότερα επίπεδα φυσικής κατάστασης.

### 2.4.3. Λοιπές φυσιολογικές παράμετροι

Πέρα από τη σχέση με την αερόβια ικανότητα και το ποσοστό λίπους, η σωματική δραστηριότητα συσχετίζεται με άλλα συστατικά της φυσική κατάσταση, όπως μυϊκή δύναμη και αντοχή, η ταχύτητα, η ευλυγισία, η ισορροπία, η ευκινησία και ο νευρομυϊκός συντονισμός. Οι Wrotniak et al. (2006) εξέτασαν τη σχέση μεταξύ κινητικής επάρκειας (Bruininks-Oseretsky test) και σωματικής δραστηριότητας (επιταχυνσιόμετρο) σε παιδιά ηλικίας 8 έως 10 ετών. Διαπίστωσαν ότι η κινητική ικανότητα των παιδιών συσχετίστηκε θετικά με τη συνολική φυσική δραστηριότητα και το ποσοστό χρόνου που αφιερώθηκε σε μέτρια έως έντονη σωματική δραστηριότητα ενώ αντιστρόφως ανάλογη ήταν η σχέση με το χρόνο που ξοδεύεται σε καθιστικές δραστηριότητες. Σε μια έρευνα για τη διερεύνηση της πιθανής συμβολής της φυσικής δραστηριότητα (συμμετοχή σε εξωσχολική φυσική δραστηριότητα) στα αποτελέσματα της δοκιμασίας EUROFIT, παιδιών από 7 έως 10ετών, οι Ara et al. (2007) έδειξαν ότι η σωματική δραστηριότητα σχετίζεται θετικά με τη γενική φυσική κατάσταση των αγοριών. Τα αποτελέσματα που βρέθηκαν από τους συγγραφείς Castelli & Valley (2007) φανέρωσαν ότι η καθημερινή σωματική δραστηριότητα συσχετίζεται σημαντικά με την απόδοση.

## 2.5.Τύποι φυσικής δραστηριότητας

### 2.5.1. Αερόβια άσκηση

Όπως αναφέρεται στις δημοσιευμένες οδηγίες φυσικής δραστηριότητας του 2008 [DC, 2008], τα παιδιά ηλικίας μεταξύ 6 έως 17 ετών πρέπει να ασκούνται 60 λεπτά ή περισσότερο καθημερινά. Αυτή η δραστηριότητα αντιστοιχεί σε αερόβια σωματική άσκηση μέτριας έως έντονης έντασης, με τουλάχιστον 3 φορές την εβδομάδα η δραστηριότητα να εκτελείται στο έντονο επίπεδο. Στα παιδιά, η «μέτρια ένταση» περιγράφεται ως αερόβια δραστηριότητα που προκαλεί στο άτομο αύξηση της καρδιακής συχνότητας και του αναπνευστικού ρυθμού. Σε βαθμονομούμενη κλίμακα από 0 έως 10, η μέτρια ένταση τοποθετείται στο 5 ή 6. Η «έντονη δραστηριότητα» περιγράφεται ως την αίσθηση της καρδιάς να χτυπά πολύ πιο γρήγορα και η αναπνοή να πραγματοποιείται με μεγαλύτερη προσπάθεια από το κανονικό. Αναλογικά με την κλίμακα, η έντονη άσκηση αντιστοιχεί στο 7 ή 8 [Ganley et al., 2011]. Στους νέους επιδιώκεται μια ποικιλία σωματικών δραστηριοτήτων που είναι κατάλληλες για ηλικία και τους είναι ευχάριστες.

Συνήθως, η αερόβια άσκηση χαρακτηρίζεται με τη χρήση 3 παραμέτρων: ένταση, συχνότητα και διάρκεια. Ωστόσο, μεγάλο μέρος της καθημερινής αερόβιας

δραστηριότητας ενός παιδιού επιτυγχάνεται σε σύντομες διαστήματα υψηλής έντασης παρά με συνεχή, μεγαλύτερης διάρκειας άσκηση. Σε μια μελέτη, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν επιταχυνσιόμετρα σε παιδιά για να δείξουν ότι οι σποραδικές χρονικές περίοδοι μικρότερης ή ίσης διάρκειας των 5 λεπτών είχαν παρόμοιες επιδράσεις σε καρδιομεταβολικούς παράγοντες κινδύνου σε σύγκριση με μεγαλύτερες περιόδους σωματικής δραστηριότητας άνω των 10 λεπτών [Holman et al., 2011]. Επομένως, η αερόβια δραστηριότητα που μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της φυσιολογικής αναπνευστικής ικανότητας επιτυγχάνεται με ατομικές ή ομαδικές οργανωμένες δραστηριότητες όπως τρέξιμο, κουτσό, αναρρίχηση, παιχνίδι, χορό, σχοινάκι ή πολλές άλλες απλές δραστηριότητες στο γυμναστήριο και στην παιδική χαρά.

Ως μέρος των συνιστώμενων 60 ή περισσότερων λεπτών άσκησης την ημέρα, οι νέοι θα πρέπει να συμμετέχουν σε δραστηριότητες ενίσχυσης των οστών τουλάχιστον 3 φορές την εβδομάδα [DC, 2008]. Η άσκηση που παράγει δύναμη στα οστά για την προώθηση της υγιούς ανάπτυξης περιλαμβάνει το τρέξιμο, το άλμα και άλλες δραστηριότητες με υψηλό αντίκτυπο. Η αερόβια άσκηση και η μυϊκή ενδυνάμωση αξιοποιούνται για την εκπλήρωση αυτού του σκοπού.

### 2.5.2. Άσκηση αντιστάσεων

Η άσκηση με αντιστάσεις (ενδυνάμωση) απαρτίζεται από παρόμοια συστατικά με την αερόβια άσκηση. Ωστόσο, αντί της διάρκειας, βασίζεται στην επανάληψη για την επίτευξη επαρκούς ρύθμισης. Οι συστάσεις από τους διάφορους φορείς, περιλαμβάνουν όλες τις ασκήσεις ενδυνάμωσης ως βασικό πυλώνα για την προαγωγή και προάσπιση της φυσικής κατάστασης των νέων [DC, 2008; Tremblay et al., 2011; ACSM, 2010; Bernhardt et al., 2001]. Όπως υποστηρίζεται, ένα σωστά σχεδιασμένο και εποπτευόμενο πρόγραμμα αντιστάσεων για τους νέους είναι σχετικά ασφαλές και μπορεί να ενισχύσει τη μυϊκή δύναμη και αντοχή, να αποτρέψει την εμφάνιση ενός προφίλ καρδιαγγειακού κινδύνου, να βελτιώσει την κινητική ικανότητα και την αθλητική απόδοση, να προστατέψει τον οργανισμό από τραυματισμούς που σχετίζονται με τον αθλητισμό και να προωθήσει την ψυχοκοινωνική ευεξία [Faigenbaum et al., 2009]. Συνιστάται η προπόνηση δύναμης να λαμβάνει χώρα σε 3 μη διαδοχικές ημέρες την εβδομάδα. Αυτή η μέθοδος άσκησης μπορεί να συμπεριληφθεί ως μέρος των προτεινόμενων σωματικών δραστηριοτήτων των 60 λεπτών ή περισσότερο την ημέρα.

Πρέπει να δοθεί έμφαση στη διαφοροποιήση που αφορά το σκοπό εκτέλεσης, διότι η άσκηση αντιστάσεων στους νέους δεν επικεντρώνεται στην αύξηση της μυϊκής μάζας αλλά στη βελτίωση της νευρικής στρατολόγησης, της προσαρμογής των μυών, της ευαισθητοποίησης του σώματος, του συντονισμού, της ισορροπίας και της αντοχής. Η επίβλεψη αποτελεί το κλειδί για την πρόληψη τραυματισμών, τόσο με την παρακολούθηση για την εφαρμογή της σωστής τεχνικής όσο και για τον έλεγχο της τάσης του παιδιού ή του εφήβου να κατακτήσει το επίπεδο μέγιστης αντίστασης. Τέτοιου είδους άσκησης συνήθως υλοποιούνται με τη χρήση ελαστικών ταινιών ή βαρών. Μπορεί όμως να πραγματοποιηθούν με τη μορφή πλειομετρικής προπόνησης, παραδοσιακών ασκήσεων όπως sit-ups και push-ups, καθώς και δραστηριότητες που βασίζονται σε παιχνίδια όπως αναρρίχηση δέντρων, διελκυστίνδα, τρέξιμο και σχοινάκι. Τα πρωτόκολλα προθέρμανσης που χρησιμοποιούν δυναμικές κινήσεις μέτριας έως υψηλής έντασης ολοκληρώνονται πριν από την έναρξη της άσκησης με αντιστάσεις [Faigenbaum et al., 2009].

Η άσκηση δύναμης σε παιδιά συχνά παραλείπεται ή αποφεύγεται επειδή υπάρχει ανησυχία για την πρόκληση μόνιμου τραυματισμού, παρόλο που φαίνεται να είναι αβάσιμη. Η συμμετοχή σε προπόνηση αντιστάσεων ή άρση βαρών ενέχει χαμηλό κίνδυνο τραυματισμού σε ένα σωστά εποπτευόμενο περιβάλλον με λογική εξέλιξη. Οι αμφιβολίες σχετικά με την πρόκληση τραυματισμού και παρεμπόδιση της ανάπτυξης από την προπόνηση με αντιστάσεις φαίνεται να μην υποστηρίζονται καθώς μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι επηρεάζεται αρνητικά η ωρίμανση [Faigenbaum et al., 2009; Malina, 2006]. Ένας περιορισμένος αριθμός μελετών αναφέρουν εμφάνιση τραυματισμών των άκρων ή τραυματισμών στη σπονδυλική στήλη οι οποίοι πιθανότατα σχετίζονται κυρίως με τη χρήση ακατάλληλων τεχνικών ή ανεπαρκούς εποπτείας και όχι προκαλουμένων από την καθαυτή φύση της δραστηριότητας [Ryan & Salciccioli, 1976; Brady et al., 1982; Gumbs et al., 1982; Lohana et al., 2012]. Οι τραυματισμοί λόγω υπερβολικής καταπόνησης στην πλάτη και του μαλακού ιστού είναι οι συνηθέστεροι εμφανιζόμενοι τραυματισμοί [Risser, W. L., & Risser, J. M., 1990].

### 2.5.3. Διατάσεις

Η ευλυγισία ορίζεται ως «μια εγγενής ιδιότητα των ιστών του σώματος, η οποία καθορίζει το εύρος της κίνησης που μπορεί να επιτευχθεί χωρίς τραυματισμό σε μια άρθρωση ή ομάδα αρθρώσεων» [Holt et al., 1995]. Η διάταση, από την άλλη πλευρά, περιγράφεται ως εξωγενής παράγοντας άσκησης με τη δυνατότητα να

επηρεάσει την εμφάνιση τραυματισμού και την απόδοση μέσω της διατήρησης επαρκούς εύρους κίνησης και συμμόρφωσης των μυών [McHugh & Cosgrave, 2010]. Το όφελος των

διατάσεων πριν, κατά τη διάρκεια ή μετά τη φυσική δραστηριότητα έχει συζητηθεί εδώ και δεκαετίες, με πολλούς ερευνητές να αναφέρουν διαφορετικά αποτελέσματα βάσει των διακυμάνσεων στο χρόνο, τη διάρκεια και την ένταση. Επειδή οι μελέτες είναι περιορισμένες στη νεολαία, δεν υπάρχουν συγκεκριμένες, ευρέως διαδεδομένες συστάσεις σχετικά με τις διατάσεις σε παιδιά ή εφήβους.

Οι τρέχουσες συστάσεις από το American College of Sports Medicine που αφορούν τις διατάσεις περιορίζονται στον ενήλικο πληθυσμό. Οι ίδιες οδηγίες χρησιμοποιούνται γενικά για την υπόδειξη ασκήσεων διάτασης στον υγιή παιδιατρικό πληθυσμό. Με έμφαση στη μακροπρόθεσμη ευλυγισία και το εύρος κίνησης, οι διατάσεις συνιστώνται τουλάχιστον 2 έως 3 φορές την εβδομάδα. Το εύρος διάτασης πρέπει να αντιστοιχεί μέχρι το σημείο έναρξης αίσθησης τάσης, με ελάχιστη παραμονή στη θέση για έως και 30 δευτερόλεπτα ανά διάταση, με επανάληψη έως 60 δευτερόλεπτα ανά ομάδα μυών [Garber et al., 2011]. Παραμένει υπό συζήτηση το κεφάλαιο των διατάσεων σχετικά με τα οφέλη και τους κινδύνους πριν ή κατά τη διάρκεια της άσκησης, καθώς πολλές μελέτες έχουν δείξει μείωση της ισχύς και της δύναμης, χωρίς βελτίωση στην απόδοση. Επιπλέον, δεν έχει παρατηρηθεί διαφοροποίηση μεταξύ των τύπων διατάσεων, αφού παρατηρείται παρόμοια αποτελεσματικότητα από την εφαρμογή στατικών, δυναμικών, βαλλιστικών ή νευρομυϊκής ιδιοδεκτικότητας διατάσεων [Garber et al., 2011]. Η προετοιμασία των μυών, είτε με δυναμικές είτε με στατικές διατάσεις, προτείνεται επειδή η ενεργοποίηση και η ευλυγισία φαίνεται να αυξάνουν καθώς προσαρμόζονται οι ιστοί [Noonan et al., 1993]. Κάποιος θα μπορούσε να υποθέσει ότι είναι σημαντική για τα άτομα τα οποία βρίσκονται στην ανάπτυξη η κατάκτηση τόσο της ευλυγισίας όσο και της στρατολόγησης των μυών μέσω ενός προγράμματος διατάσεων.

Οι γενικές συστάσεις δεν λαμβάνουν υπόψη τις συγκεκριμένες απαιτήσεις των διάφορων αθλημάτων οι οποίες πιθανόν είναι απαραίτητες για την καλύτερη απόδοση των ατόμων στο άθλημά τους. Οι νέοι που συμμετέχουν σε οργανωμένες αθλητικές δραστηριότητες θα πρέπει συνήθως να διατείνουν συγκεκριμένες μυϊκές ομάδες για να βελτιώσουν την απόδοση και να αποφύγουν τους τραυματισμούς [McHugh & Cosgrave, 2010; Reid et al., 1987]. Οι νεαροί αθλητές επωφελούνται από μια πιο έντονη προπόνηση ευλυγισίας με τη διάρκεια της διάτασης να βρίσκεται μεταξύ 4 και 6 λεπτών ανά ομάδα μυών σε σετ των 60-90 δευτερολέπτων το καθένα [McHugh & Nesse, 2008; Ryan et al., 2008]. Δυστυχώς, αν και έχουν εντοπιστεί βραχυπρόθεσμα οφέλη ευλυγισίας, λίγα στοιχεία υπάρχουν για το θεωρητικό μακροπρόθεσμο όφελος

ενός τέτοιου σχήματος άσκησης [McHugh & Cosgrave, 2010; McHugh & Nesse, 2008; Ryan et al., 2008].

σχήματος άσκησης [McHugh & Cosgrave, 2010; McHugh & Nesse, 2008; Ryan et al., 2008].

**2.6.Επίδραση της άσκησης στις φυσιολογικές παραμέτρους**

Τα παιδιά και οι έφηβοι διαθέτουν φυσική προσαρμοστικότητα στην προπόνηση αντοχής [Gutin et al., 2002; Obert et al., 2003], την προπόνηση αντιστάσεων [Bar-Or & Rowland, 2004; Malina, 2006] και την άσκηση φόρτισης των οστών [Kang et al., 2002; Nassis, 2005]. Εκτός από τα πιο προφανή οφέλη της άσκησης, όπως η βελτίωση της δύναμης, αντοχής και απόδοσης, περαιτέρω θετικές προσαρμογές στη γενική υγεία και ευεξία μπορούν να επιτευχθούν στον παιδικό πληθυσμό.

2.6.1. Καρδιαναπνευστική ικανότητα

Η αερόβια ικανότητα είναι ένα συστατικό φυσικής κατάστασης που σχετίζεται με την υγεία και αντικατοπτρίζει την ικανότητα του κυκλοφορικού και αναπνευστικού συστήματος για την παροχή οξυγόνου κατά τη διάρκεια παρατεταμένης σωματικής δραστηριότητας [Astrand et al., 2003]. Αρκετές μελέτες δείχνουν ότι μια καλή καρδιαναπνευστική ικανότητα συνδέεται με χαμηλότερο κίνδυνο στεφανιαίας νόσου, διαβήτη και άλλων προβλημάτων υγείας στα παιδιά [Aires et al., 2010]. Οι προσαρμογές που προκαλούνται από την αερόβια άσκηση έχουν μελετηθεί εκτενώς σε ενήλικες, ωστόσο, οι νέοι άνθρωποι φαίνεται να ανταποκρίνονται διαφορετικά σε τέτοια ερεθίσματα [Matos & Winsley, 2007]. Αρκετοί ερευνητές έχουν καταλήξει στο συμπέρασμα ότι τα προ-εφηβικά παιδιά μπορεί να έχουν λιγότερες προσαρμογές από την αερόβια άσκηση συγκριτικά με τους εφήβους και τους ενήλικες [Baquet et al., 2002; Matos & Winsley, 2007], που αποδίδεται είτε σε υψηλό έμφυτο επίπεδο φυσικής κατάστασης ή σε ορισμένους βιολογικούς μηχανισμούς απέκκρισης που σχετίζονται με την ωρίμανση [Katch, 1983]. Παρόλα αυτά, ορισμένες μελέτες έχουν δείξει ότι με ένα εντατικό πρόγραμμα άσκησης, τα παιδιά πριν την εφηβεία βελτιώνουν τη μέγιστη αερόβια ικανότητα [Baquet et al., 2002; Santos et al., 2012; Vamvakoudis et al., 2007], περίπου κατά 5% [Matos & Winsley, 2007]. Επιπλέον, μπορεί να επέρθει βελτίωση σε άλλες μεταβλητές όπως η οικονομία της άσκησης ή το κατώφλι γαλακτικού χωρίς σημαντικές αλλαγές στη μέγιστη VO2 [Matos & Winsley, 2007]. Δυστυχώς, η σχέση μεταξύ της άσκησης και των προσαρμογών στον αερόβιο μεταβολισμό δεν είναι

ακόμη καλά κατανοητή σε παιδιά προεφηβικής ηλικίας [Tolfrey, 2007]. Για να διερευνήσουν

την ικανότητα των παιδιών να βελτιώσουν την αερόβια κατάσταση τους μετά από μια περίοδο 12 εβδομάδων αερόβιας άσκησης, οι Rowland και Boyajian (1995) διαπίστωσαν ότι η μέση τιμή VO2max δεν άλλαξε σημαντικά κατά την περίοδο ελέγχου, αλλά αυξήθηκε από 44,7 (5,8) σε 47,6 (6,4) mL kg-1min-1 (6,5%) με την προπόνηση (P <0,05). Τα ευρήματα αυτής της μελέτης υποστηρίζουν την ιδέα ότι η VO2max μπορεί να βελτιωθεί με αερόβια άσκηση κατά τη διάρκεια των παιδικών χρόνων, αλλά ο βαθμός αερόβιας ικανότητας είναι συγκεκριμένος σε υγιή, ενεργά παιδιά. Οι Baquet et al. (2002) υποστήριξαν ότι οι βελτιώσεις στη μέγιστη τιμή VO2 αντιστοιχούν περίπου στο 5-6% όταν τα δεδομένα αναλύονται ανεξάρτητα κατά φύλο ή εφηβική κατάσταση. Οι ίδιοι δήλωσαν επίσης ότι όταν προσμετρούνται μόνο οι μελέτες που αναφέρουν σημαντικές αλλαγές, η αύξηση της μέγιστης VO2 φτάνει στο 8-10%. Σε μια μελέτη για τον προσδιορισμό της επίδρασης ενός προγράμματος αερόβιας άσκησης 13 εβδομάδων σε υγιή παιδιά (l0-11χρονών) στην καρδιακή λειτουργία, στη μέγιστη άσκηση και για τον καθορισμό εάν το φύλο επηρεάζει την καρδιαγγειακή απόκριση που προκαλείται από την άσκησ, οι Obert et al. (2003) παρατήρησαν αύξηση του VO2max, που προκλήθηκε, ωστόσο, μόνο από την αύξηση του μέγιστου όγκου παλμού και στα δύο φύλα. Επιπλέον, στα αγόρια η VO2max βελτιώθηκε σε μεγαλύτερο βαθμό από τα κορίτσια. Περαιτέρω, παρατηρήθηκε αύξηση της τελο-διαστολικής διαμέτρου της αριστερής κοιλίας, ταυτόχρονα με βελτίωση στη διαστολική λειτουργία, μετά την προπόνηση αποτελώντας ουσιαστικό στοιχείο στην αύξηση της VO2max σε αυτά τα παιδιά. Επιπλέον, κατά τη μέγιστη άσκηση, μια μείωση της αντίστασης των αγγείων της συστηματικής κυκλοφορίας, πιθανώς να υποδηλώνει περιφερειακές καρδιαγγειακές προσαρμογές, διαδραματίζοντας σημαντικό ρόλο στην αύξηση της VO2max. Ο Rowland (2005) δήλωσε ότι οι βελτιώσεις στην αεροβική ικανότητα ήταν πράγματι αρκετά μικρές, με τις μεγαλύτερες να φτάνουν το 10%, αλλά η μέση μεταβολή να τοποθετείται στο 5,8%. Οι Vamvakoudis et al. (2007) ανέλυσαν τις επιπτώσεις μιας παρατεταμένη αερόβιας προπόνησης στη μέγιστη αερόβια ικανότητα νεαρών παικτών μπάσκετ. Οι συγγραφείς παρατήρησαν μεταβολή της VO2max στην τελική δοκιμή, σε σύγκριση με την αρχική δοκιμή. Η σημαντικότερη επίπτωση που προτάθηκε από τα ευρήματα της μελέτης ήταν ότι, προκειμένου να γίνει βελτίωση των βασικών φυσιολογικών συνιστώσεων, θα πρέπει να ενσωματωθούν συγκεκριμένες διαδικασίες άσκησης κατά τη διάρκεια των προπονήσεων μπάσκετ. Συνιστάται, όλα τα παιδιά να συμμετέχουν σε κάποιο είδος καρδιαγγειακής άσκησης και αντοχής.

### 2.6.2. Καρδιομεταβολική ικανοτητα

Ο επικρατέστερος συνδυασμός πολλαπλού κινδύνου είναι η συσχέτιση της χαμηλής καρδιααναπνευστικής ικανότητας με υπέρβαρη κατάσταση και παχυσαρκία, αυξημένο επίπεδο ολικής χοληστερόλης και συστολική αρτηριακή πίεση και μειωμένο επίπεδο υψηλής πυκνότητας λιποπρωτεΐνη χοληστερόλης (HDL) [Carnethon et al., 2005]. Οι συγγραφείς μιας συστηματικής ανασκόπησης βρήκαν ισχυρές ενδείξεις ότι η βελτιωμένη φυσική κατάσταση και η σύνθεση του σώματος στην παιδική ηλικία και την εφηβεία συνδέονται με ένα πιο υγιές καρδιαγγειακό προφίλ στην ενηλικίωση και με χαμηλότερο ποσοστό θανάτου [Ruiz et al., 2009]. Η αφιέρωση χρόνου σε μέτρια έως έντονη σωματική δραστηριότητα συσχετίστηκε με καλύτερα επίπεδα στους καρδιομεταβολικούς παράγοντες κινδύνου ανεξάρτητα από τη συνολική διάρκεια καθιστικού χρόνου [Ekelund et al., 2012]. Βιβλιογραφική πηγή παρουσιάζει στοιχεία για την ανάπτυξη κατευθυντήριων γραμμών με σκοπό την καρδιαγγειακή υγεία και τη μείωση του κινδύνου σε παιδιά και εφήβους και υποστηρίζει σθεναρά τη συμπερίληψη της σωματικής δραστηριότητας για την εκπλήρωση αυτών των στόχων [FOR, E. P. O. I. G., & CHILDREN, 2011]. Τα πρότυπα σωματικής δραστηριότητας που καθιερώνονται στην παιδική ηλικία μεταφέρονται έως την ενηλικίωση, η μέτρια έως έντονη άσκηση βελτιώνει τους καρδιαγγειακούς παράγοντες κινδύνου καθώς τα μέτρα αθηροσκλήρωσης μειώνονται με τη σωματική δραστηριότητα.

### 2.6.3. Σύνθεση σώματος

Με τον όρο σύνθεση σώματος περιγράφεται το ποσοστό διαφόρων ιστών που συνθέτουν μαζί το ανθρώπινο σώμα. Είναι μια έκφραση του σχετικού λίπους, έναντι της άλιπης μάζας σώματος. Λόγω της ευκολίας χρήσης και τυποποίησής του, ο δείκτης μάζας σώματος (ΔΜΣ) είναι γενικά αποδεκτός ως μέθοδος εκτιμώμενης μέτρησης της σύνθεσης του σώματος. Ωστόσο, ο ΔΜΣ ενδέχεται να μην αντικατοπτρίζει με ακρίβεια το ποσοστό λίπους (σύνθεση σωάματος) ατόμων με μεγάλη μυϊκή διάπλαση ή πολύ λεπτών ατόμων. Οι τιμές ΔΜΣ που χαρακτηρίζουν ένα άτομο υγιή, αλλάζουν με την ηλικία, φτάνοντας σε ένα ναδίρ στα 5 έως 7 χρόνια και μετά αυξάνονται. Παρατηρήθηκαν θετικές συσχετίσεις μεταξύ του χαμηλότερου ποσοστού σωματικού λίπους και των τιμών HDL, της αρτηριακής πίεσης και της ευαισθησίας στην ινσουλίνη, με την ισχυρότερη θετική συσχέτιση να εντοπίζονται στη νεότερη ηλικιακή ομάδα [Ondrak et al., 2007]. Η εφηβική παχυσαρκία έχει

εμπλακεί σε παράγοντες κινδύνου καρδιαγγειακών παθήσεων ενηλίκων, όπως υψηλότερη αρτηριακή πίεση και χαμηλότερες τιμές HDL [Eisenmann et al., 2005].

Υποθέτοντας ότι η διατροφική πρόσληψη είναι σταθερή, τα παχύσαρκα ή τα υπέρβαρα παιδιά μπορούν να μειώσουν τον ΔΜΣ τους συμμετέχοντας σε τουλάχιστον 30 έως 60 λεπτά άσκησης μέτριας έντασης 3 έως 5 ημέρες την εβδομάδα [DC, 2008]. Η έντονη σωματική δραστηριότητα είναι ένας ισχυρότερος καθοριστικός παράγοντας για μείωση του λίπους συγκριτικά με τη μέτρια φυσική δραστηριότητα [Parikh & Stratton, 2011]. Μια ανασκόπηση ανέδειξε στοιχεία που υποστηρίζουν τα ευεργετικά αποτελέσματα των προγραμμάτων πρόληψης της παχυσαρκίας στην παιδική ηλικία, τα οποία, εκτός από τις διατροφικές συστάσεις, περιλαμβάνουν ένα σχολαστικό πρόγραμμα που ασχολείται με τη σωματική δραστηριότητα, συνεδρίες άσκησης καθ 'όλη την εβδομάδα και εκπαίδευση των ατόμων και οικογενειών [Waters et al., 2011]. Τα προγράμματα αντοχής από μόνα τους μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση της παχυσαρκίας στους νέους [Sothern et al., 2000]. Η μείωση της ποσότητας λίπους στο σώμα παρέχει ευκαιρίες στα παιδιά να βιώσουν επιτυχία και να νιώσουν καλά για την απόδοση τους, η οποία με τη σειρά τους οδηγεί σε περισσότερη συμμόρφωση μόλις βελτιωθεί η εμπιστοσύνη [Daley et al., 2006].

### 2.6.4. Μυϊκή δύναμη, Μυϊκή αντοχή, Ισχύς

Η προπόνηση δύναμης είναι αποτελεσματική και αποτελεί ασφαλή τρόπο για την ενίσχυση της μυϊκής δύναμης σε παιδιά και εφήβους, εάν συνταγογραφείται και εποπτεύεται κατάλληλα [Behringer et al., 2011]. Έχουν αναφερθεί κέρδη έως και 74% μετά από 8 εβδομάδες άσκησης αντιστάσεων [Faigenbaum, 1993], αν και περίπου το 30% των κερδών παρατηρούνται συνήθως μετά από βραχυπρόθεσμα (8–20 εβδομάδες) προγράμματα κατάρτισης σε νέους [Faigenbaum et al., 2009]. Σύμφωνα με τους Dahab και McCambridge (2009) τα παιδιά μπορούν να βελτιώσουν τη δύναμη μεταξύ 30% και 50% μετά από μόνο 8 έως 12 εβδομάδες προπόνησης δύναμης με συχνότητα τουλάχιστον δύο φορές προπόνηση την εβδομάδα. Η ισομετρική και δυναμική προπόνηση δύναμης είναι αποτελεσματική στην αύξηση της δύναμης σε παιδιά και εφήβους πριν από την εφηβεία, με τις δύο ηλικιακές ομάδες να δείχνουν σημαντικές βελτιώσεις [Rowland, 2005; Tolfrey, 2007]. Η αναφερόμενη σχετική αύξηση (% μεταβολής πάνω από τα αρχικά επίπεδα) που επιτυγχάνεται κατά την προεφηβική ηλικία ισούται με, αν όχι μεγαλύτερη, ίση σχετικά της παρατηρούμενης κατά την εφηβεία [Lillegard et al., 1997]. Οι μηχανισμοί που διέπουν τη βελτίωση της δύναμης και την υπερτροφία των μυών σε ενήλικες προκύπτουν μέσω αλληλεπίδρασης μεταξύ νευρικών και ορμονικών μηχανισμών. Ωστόσο, πριν από την εφηβεία, η υπερτροφία των μυών δεν θεωρείται ο πρωταρχικός

παράγοντας στη βελτίωση της δύναμης [Tolfrey, 2007]. Χωρίς αντίστοιχες αυξήσεις στη άλιπη σωματική μάζα, φαίνεται ότι οι νευρικές προσαρμογές [Ozmun et al., 1994; Ramsay et al., 1990] και ενδεχομένως οι εγγενείς μυϊκές προσαρμογές [Ramsay et al., 1990] ευθύνονται κατά κύριο λόγο για την αύξηση της δύναμης που προκαλείται από την άσκηση κατά την προεφηβική ηλικία. Οι βελτιώσεις στην απόδοση των κινητικών δεξιοτήτων και ο συντονισμός των εμπλεκόμενων μυϊκών ομάδων μπορεί επίσης να παίξουν σημαντικό ρόλο επειδή οι μετρημένες αυξήσεις στη δύναμη που οφείλονται στην προπόνηση είναι συνήθως μεγαλύτερες από τις αλλαγές στη νευρομυϊκή ενεργοποίηση [Ozmun et al., 1994; Ramsay et al., 1990]. Ένα σύνολο επιστημονικών στοιχείων δείχνει ότι τα παιδιά και οι έφηβοι μπορούν να αυξήσουν σημαντικά τη δύναμή τους, πάνω και πέρα από την ανάπτυξη και την ωρίμανση, υπό την προϋπόθεση ότι το πρόγραμμα άσκησης αντιστάσεων να έχει επαρκή ένταση, όγκο και διάρκεια. Οι Faigenbaum et al. (2002) ανέλυσαν τα αποτελέσματα 1 και 2 ημερών ανά εβδομάδα προπόνησης δύναμης (8 εβδομάδες) σχετικά με τη δύναμη σε παιδιά (21 κορίτσια και 34 αγόρια ηλικίας μεταξύ 7,1 και 12,3 ετών). Μόνο οι συμμετέχοντες που ακολούθησαν το πρόγραμμα δύναμης δύο φορές την εβδομάδα σημείωσαν σημαντικά μεγαλύτερα κέρδη στη δύναμη (1RM), σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Σε μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Tsolakis et al. (2004), προεφηβικοί άνδρες (11-13 ετών) υποβλήθηκαν σε ένα πρόγραμμα προπόνησης αντίστασης 2 μηνών (6 ασκήσεις, 3 x 10 επαναλήψεις, 3 φορές την εβδομάδα). Η αποτελεσματικότητα του προγράμματος προσδιορίστηκε με μέτρηση των διαφορών πριν και μετά την προπόνηση στην ισομετρική και ισοτονική ισχύ (10RM). Οι συγγραφείς παρατήρησαν σημαντικά κέρδη μετά την προπόνηση στην ισομετρική αντοχή της πειραματικής ομάδας. Οι Faigenbaum et al. (2005) σύγκριναν τις πρώιμες προσαρμογές στην μυϊκή ικανότητα παιδιών (ηλικίας μεταξύ 8,0 και 12,3 ετών) ως απόκριση στην επαναλαμβανόμενη άσκηση μέγιστης αντίστασης και στη μέγιστη επανάληψη. Τα παιδιά χωρίστηκαν σε ομάδα με ένα σετ 6 έως 10 RM ή ομάδα με ένα σετ 15 έως 20 RM σε μηχανήματα άσκησης δύο φορές την εβδομάδα για πάνω από 8 εβδομάδες. Και οι δύο πειραματικές ομάδες σημείωσαν σημαντικά οφέλη σε δύναμη 1RM σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου. Οι Mahieu et al. (2006) παρατήρησαν ότι προγράμματα άσκησης βελτίωσαν σημαντικά τη δύναμη των μυών του γόνατος και την εκρηκτικότητα/ ισχύ. Όσον αφορά τις διαφορές μεταξύ των φύλων, υπήρξαν λίγες μελέτες που εξέτασαν τις διαφορές στην προκληθείσα

βελτίωση δύναμης μεταξύ αγοριών και κοριτσιών, αλλά φαίνεται ότι και τα δύο φύλα ανταποκρίνονται παρόμοια [Faigenbaum et al., 2002; Matos & Winsley, 2007].

#### 2.6.5. Οστά

Δραστηριότητες που φέρουν βάρος και αθλήματα υψηλής αντοχής όπως γυμναστική, βόλεϊ, μπάσκετ και τένις αποτελούν σημαντικούς παράγοντες για την επίτευξη της βέλτιστης οστικής μάζας σε παιδιά και εφήβους. Υπολογίζεται ότι το 95% της μάζας των οστών ενηλίκων έχει συσσωρευτεί μέχρι το τέλος των εφηβικών ετών. Δραστηριότητες υψηλής φόρτισης έχει αποδειχθεί ότι συμβάλλουν στην ανάπτυξη μάζας οστών [Vicente-Rodríguez, 2006; Kohrt et al., 2004].

### 2.7. Εμπόδια στην άσκηση

Η συχνότητα εμφάνισης παχυσαρκίας, διαβήτη, άσθματος και καρδιακών παθήσεων στα παιδιά συνεχίζει να αυξάνεται. Σε μια έκθεση του 2005, τα Κέντρα Ελέγχου και Πρόληψης Νοσημάτων εντόπισαν μια ατυχής τάση, με μόνο το 36% των μαθητών γυμνασίου να πληρεί τα συνιστώμενα επίπεδα σωματικής άσκησης [Eaton et al., 2006]. Το 2009 η τάση αυτή εξακολούθησε να επιδεινώνεται, καθώς λιγότερο από το 20% των εφήβων συμμετείχαν στη σωματική δραστηριότητα για τουλάχιστον 60 λεπτά ημερησίως [Eaton et al., 2010]. Με βάση τις εκτιμήσεις του 2003, το 61% των αγοριών και το 54% των κοριτσιών συμμετείχαν σε αθλήματα μετά το σχολείο κάποια στιγμή τους τελευταίους 12 μήνες, αν και η συχνότητα συμμετοχής κυμαινόταν συνήθως από 0-2 φορές την εβδομάδα [Theokas & Bloch, 2006]. Το υψηλό επίπεδο ανταγωνιστικότητας και έντασης του οργανωμένου αθλητισμού αποτρέπει ορισμένα άτομα από τη συμμετοχή. Επιπλέον, με την αυξανόμενη πίεση στα σχολικά συστήματα να μειώσουν το κόστος και να αυξήσουν την ακαδημαϊκή απόδοση, η φυσική αγωγή και, συνεπώς, η σωματική δραστηριότητα, θεωρήθηκε δαπανηρή. Το 2006, μόνο το 3,8% των δημοτικών σχολείων, το 7,9% των σχολείων μέσης εκπαίδευσης και το 2,1% των γυμνασίων στις Ηνωμένες Πολιτείες παρείχαν καθημερινά στο ωρολόγιο πρόγραμμα το μάθημα της φυσικής αγωγής [Centers for Disease Control and Prevention. 2007; Lee et al., 2007].

Τα εμπόδια που σχετίζονται με δημογραφικούς, προσωπικούς, κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες περιορίζουν ορισμένα παιδιά και εφήβους από την επίτευξη των στόχων άσκησης και φυσικής κατάστασης. Τα παιδιά επηρεάζονται σημαντικά από τις συνήθειες άσκησης και το επίπεδο δραστηριότητας των ανθρώπων που τα περιβάλλουν. Ακόμα και τα παιδιά προσχολικής ηλικίας επηρεάζονται από το εάν ή όχι και κατά πόσο ασκούνται οι γονείς τους [Fuemmeler et al., 2011]. Τα παιδιά των γονέων οι οποίοι είναι εντονότερα σωματικά δραστήριοι, εκτελούν περισσότερη

φυσική δραστηριότητα από ό, τι τα παιδιά των γονέων που είναι ανενεργοί [Hinkley et al., 2008].

Τα παιδιά που περνούν περισσότερο χρόνο σε εξωτερικούς χώρους εμφανίζουν υψηλότερο επίπεδο δραστηριότητας από εκείνα τα οποία παραμένουν επί το πλείστο σε εσωτερικούς χώρους [Hinkley et al., 2008]. Τα αστικά περιβάλλοντα με περιορισμένο χώρο παιχνιδιού και οι πανταχού παρόντες προβληματισμοί σχετικά με την ασφάλεια των παιδιών μπορούν να συμβάλουν στον περιορισμό του χρόνου έξω. Το κόστος και η αντιληπτή έλλειψη πρόσβασης στο χώρο, την επίβλεψη και τον εξοπλισμό λειτουργούν αφαιρετικά στη διάρκεια που αφιερώνεται εκτός (εξωτερικός χώρος) [Nettle & Sprogis, 2011]. Η καθιστική δραστηριότητα και ο "χρόνος οθόνης" είναι πάντα υψηλά, με τους νέους ηλικίας 8 έως 18 ετών να ξοδεύουν κατά μέσο όρο περίπου 7,5 ώρες την ημέρα μπροστά από τον υπολογιστή ή την τηλεόρασης [Rideout et al., 2010].

### 2.8. Στρατηγικές για την αύξηση της σωματικής δραστηριότητας στα παιδιά

Οι θετικοί προγνωστικοί παράγοντες οικειοποίησης της σωματικής δραστηριότητας περιλαμβάνουν την ενθάρρυνση από τους γονείς, τους φίλους και την κοινότητα, μια αθλητική αυτο-επιλεγόμενη από το παιδί δραστηριότητα, την επιθυμία για αποφυγή του υπερβολικού βάρους, την προσωπική εκπλήρωση [Haverly & Davison, 2005] και την ικανότητα αντίληψης του εαυτού [Trost et al., 1999]. Οι γονείς πρέπει να είναι ενεργοί με τα παιδιά τους από πολύ μικρή ηλικία και να μην εξαρτώνται από το σχολικό σύστημα για να διατηρούν τα παιδιά τους σε φόρμα. Έτσι, η αλλαγή γονικής συμπεριφοράς ως προς την άσκηση μπορεί να βελτιώσει την φυσική κατάσταση της παιδικής ηλικίας. Οι δραστηριότητες που βασίζονται στην κοινότητα για τη νεολαία πρέπει να είναι ανοιχτές και φιλόξενες προς όλους και οφείλουν να επικεντρώνονται στη διασκέδαση και στην ανάπτυξη κινητικών δεξιοτήτων παρά στον ανταγωνισμό. Καθώς ένα παιδί φτάνει στη σχολική ηλικία, μπορεί να διδαχθεί βασικές αθλητικές δεξιότητες, αλλά δίνοντας έμφαση στη πτυχή του αθλητισμού που σχετίζεται με το παιχνίδι. Για μεγαλύτερα παιδιά, θα πρέπει να διατίθενται τόσο ψυχαγωγικές σωματικές δραστηριότητες που περιλαμβάνουν όλα τα επίπεδα αθλητισμού όσο και πιο ανταγωνιστικές, αθλητικές δραστηριότητες. Για τους νέους που δεν συμμετέχουν σε ένα εξωσχολικό άθλημα, η καθημερινή φυσική αγωγή από το επίσημο εκπαιδευτικό πρόγραμμα σπουδών που σχετίζεται με τη φυσική κατάσταση μπορεί να είναι επωφελής. Ωστόσο, τα μαθήματα φυσικής αγωγής

σημειώνεται ότι λειτουργούν χωρίς αποκλεισμούς, παίρνοντας ενθαρρυντικό και διασκεδαστικό χαρακτήρα. Επιπλέον, προσφέροντας μια ποικιλία ευκαιριών και επιλογών σχετικά με τη δραστηριότητα, θα αυξηθεί ο αριθμός συμμετοχής των παιδιών. Η σωστή καθοδήγηση και η θετική συμμετοχή των γονέων έχουν καίρια σημασία για την επιτυχία του προγράμματος σωματικής δραστηριότητας κάθε παιδιού [Hagan et al., 2010; Centers for Disease Control and Prevention, 2011].

## III. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΆΣΜΑΤΑ

Τα παιδιά διαφέρουν ως προς τη φυσιολογική και ψυχοκοινωνική τους ανταπόκριση στη σωματική δραστηριότητα, και οι δημογραφικοί, βιολογικοί, συμπεριφοριστικοί, κοινωνικοπολιτισμικοί και ψυχολογικοί παράγοντες που σχετίζονται με τη σωματική δραστηριότητα ποικίλλουν ανάλογα με την ηλικία, την ηλικιακή κατάσταση και το φύλο [Beggs et al. 2013; Shea 2008].

Τα πλεονεκτήματα που προσφέρει η σωματική άσκηση τόσο για τα παιδιά όσο και για τους εφήβους εντοπίζονται σε αρκετούς τομείς της υγείας. Αναλυτικότερα, η συστηματική φυσική δραστηριότητα επιδρά στην φυσιολογία, στη λειτουργία του νευρικού συστήματος, στην αντιμετώπιση και πρόληψη ασθενειών, ατυχημάτων και αναπηριών βελτιώνοντας την αντοχή και τη δύναμη, αυξάνοντας την αγγειογένεση και νευρογένεση, έχοντας ως αποτέλεσμα μειωμένο κίνδυνο εμφάνισης χρόνιων παθήσεων, άνοδο της αυτοεκτίμηση και ψυχολογικής ευεξίας, μειωμένα επίπεδα άγχους, φόρτισης και κατάθλιψης [Garcia et al., 2012]. Η πληθώρα αποδεικτικών στοιχείων που υποστηρίζουν τα οφέλη της άσκηση σε επιπλέον πτυχές αυξάνεται τουλάχιστον σε μηνιαία βάση. Για παράδειγμα, η επίδραση της άσκησης για εγγενές ανώτερης τάξης κίνητρο προώθησης της ικανοποίησης της ζωής και της θετικής συναισθηματικότητας εμφανίζεται σημαντική [Gaz & Smith, 2012; Standage et al., 2008]. Ταυτόχρονα, πολλές αναδυόμενες πληροφορίες ενισχύουν την ιδέα ότι η φυσική δραστηριότητα επηρεάζει την ακαδημαϊκή απόδοση άμεσα και έμμεσα μέσω των γνωστικών, συναισθηματικών, μαθησιακών και νευροφυσιολογικών πεδίων που δεν σχετίζονται όμως απόλυτα με την κατάσταση της γενικής υγείας [Krafft et al., 2013; Telles et al., 2013; Hillman et al., 2011]. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η σωματική άσκηση ευθύνεται για τη βελτίωση της υγείας του εγκεφάλου και της γνώσης στα παιδιά, της σχολικής απόδοσης και της λειτουργικότητας. Ωστόσο, πρόσφατα σημειώθηκαν αποκλίσεις στον ερευνητικό σχεδιασμό και τις ακολουθούμενες μεθόδους, οι οποίες μετριάζουν την παραδοχή των προαναφερόμενων [Rasberry et al., 2011] δίνοντας παρά ταύτα την αφορμή για έρευνα.

Ένα σχήμα 1 ώρας ή περισσότερο καθημερινής σωματικής αερόβιας δραστηριότητας συν ασκήσεις ενδυνάμωσης του μυϊκού και ερειστικού συστήματος 3 ή περισσότερες φορές την εβδομάδα έχει σαφή βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα φυσιολογικά και ψυχοκοινωνικά οφέλη για τη νεολαία. Περαιτέρω μελέτες σε παιδιά που σχετίζονται με την καμπύλη δόσης-οφέλους της άσκηση, τον ρόλος των

διατάσεων, την ασφάλεια των αθλητικών προγραμμάτων, τις βέλτιστες τεχνικές προπόνησης, τις απαιτήσεις άσκησης για παιδιά από 1 έως 5 ετών και τα συστήματα ευρύτερης συμμετοχής της νεολαίας στην άσκηση θεωρούνται απαραίτητες. Η αναγκαιότητα της σωματικής άσκησης στο σπίτι και στην κοινότητα είναι εμφανής.

## IV. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Aires, L.,Silva, P.,Silva, G., Santos, M., Ribeiro, J., Mota, J. (2010). Intensity of Physical Activity, Cardiorespiratory Fitness, and Body Mass Index in Youth. Journal of Physical Activity and Health, 7(1), 54-59.

American College of Sports MedicineACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription (8th ed.), Lippincott Williams &Wilkins, Philadelphia, PA (2010).

Andersen, L.B., Harro, M., Sardinha, L., Froberg, K., Ekelund, U., Brage, S., Anderssen, S. (2006). Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: a cross-sectional study (The European Youth Heart Study). Lancet, 368(9532), 299-304.

Ara, I., Moreno, L., Leiva, M., Gutin, B., Casajús, J. (2007). Adiposity, physical activity and physical fitness among children from Aragón, Spain. Obesity, 15(8), 1918-1924.

Armstrong, N., Welsman, J. (1997). Young people and physical activity. Oxford: Oxford University Press.

Astrand, P.O., Rodahl, K., Dahl, H., Stromme, S. (2003). Textbook of work physiology. New York: McGraw- Hill.

Baquet, G., Berthoin, S., Dupont, G., Blondel, N., Fabre, C., Van Praagh, E. (2002). Effects of high intensity intermittent training on peak VO2 in prepubertal children. International Journal of Sports Medicine,2002, 23(6), 439-444.

Bar-Or, O., & Rowland, T. W. (2004). Pediatric exercise medicine: from physiologic principles to health care application. Human Kinetics.

Beggs, S., Foong, Y. C., Le, H. C. T., Noor, D., Wood-Baker, R., & Walters, J. A. (2013). Swimming training for asthma in children and adolescents aged 18 years and under. Evidence-Based Child Health: A Cochrane Review Journal, 8(5), 1514-1581.

Behringer, M., Vom Heede, A., Matthews, M., Mester, J. (2011). Effects of Strength Training on Motor Performance Skills in Children and Adolescents: A Meta-Analysis. Pediatric Exercise Science, 23(2), 186-206.

Bernhardt, D. T., Gomez, J., Johnson, M. D., Martin, T. J., Rowland, T. W., Small, E., ... & Bar-Or, O. (2001). Strength training by children and adolescents. Pediatrics, 107(6), 1470-1472.

Brady, T. A., Cahill, B. R., & Bodnar, L. M. (1982). Weight training-related injuries in the high school athlete. The American journal of sports medicine, 10(1), 1-5.

Carnethon, M. R., Gulati, M., & Greenland, P. (2005). Prevalence and cardiovascular disease correlates of low cardiorespiratory fitness in adolescents and adults. Jama, 294(23), 2981-2988.

Casajús, J., Leivia, M., Villarroya, A., Legaz, A., Moreno, L. (2007). Physical performance and school physical education in overweight Spanish children. Annals of Nutrition & Metabolism, 51(3), 288-296.

Castelli, D.M, Valley, J.A. (2007). The relationship of physical fitness and motor competence to physical activity. Journal of Teaching in Physical Education, 26(4), 358-374.

Castro-Piñero, J., González-Montesinos, J., Mora, J., Keating, X., Girela-Rejón, M., Sjöström, M., Ruiz, J. (2009). Percentile values for muscular strength field tests in children aged 6 to 17 years: influence of weight status. Journal of Strength and Conditioning Research 2009; 23(8), 2295-2310.

Centers for Disease Control and Prevention. (2007). State-level school health policies and practices: A state-by-state summary from the school health policies and programs study 2006. Atlanta: US Department of Health and Human Services.

Centers for Disease Control and Prevention. (2011). How much physical activity do children need. Centers for Disease Control and Prevention.

Cepero, M., López, R., Suárez-Llorca, C., Andreucabrera, E., Rojas, F. (2011). Fitness test profiles in children aged 8-12 years old in Granada (Spain). Journal of Human Sport and Exercise, 6(1), 135-146.

Costa. R., Guerra, S., Ribeiro, J., Leandro, C., Duarte, J., Mota, J. (2000). Aptidão cardiorespiratória de uma população pediátrica da zona do grande Porto. Revista Portuguesa de Medicina Desportiva, 18, 27-40.

D`Hont, E., Deforche, B., Bourdeaudhuij, I., Lenoir, M. (2009). Relationship between motor skill and Body Mass Index in 5-to 10-year-old children. Adapted Physical Activity Qwarterly, 26(1), 21-37.

Dahab, K.S., McCambridge, T.M. (2009). Strength Training in Children and Adolescents: Raising the Bar for Young Athletes? Sports Health, 1(3), 223-226.

Daley, A. J., Copeland, R. J., Wright, N. P., Roalfe, A., & Wales, J. K. (2006). Exercise therapy as a treatment for psychopathologic conditions in obese and morbidly obese adolescents: a randomized, controlled trial. Pediatrics, 118(5), 2126-2134.

Deforche, B., Lefevre, J., De Bourdeaudhuij, I., Hills, A., Duquet, W., Bouckaert, J. (2003). Physical fitness and physical activity in obese and nonobese Flemish youth. Obesity Research, 11(3), 434-441

Dencker, M., Bugge, A., Hermansen, B., Andersen, L. (2010). Objectively measured daily physical activity related to aerobic fitness in young children. Journal of Sports Sciences, 28(2), 139-145.

Dencker, M., Thorsson, O., Karlsson, M., Lindén, C., Svensson, J., Wollmer, P. (2006). Daily physical activity and its relation to aerobic fitness in children aged 8-11 years. European Journal of Applied Physiology, 96(5), 587-592.

Dencker, M., Thorsson, O., Karlsson, M., Lindén, C., Wollmer, P., Andersen, L. (2008). Daily physical activity related to aerobic fitness and body fat in an urban sample of children. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 18(6), 728-735.

Dumith, S., Ramires, V., Souza, M., Moraes, D., Petry, F., Oliveira, E., Ramires, S., Hallal, P. (2010). Overweight/Obesity and Physical Fitness Among Children and Adolescents. Journal of Physical Activity and Health, 7(5), 641-648

Eaton, D. K., Kann, L., Kinchen, S., Ross, J., Hawkins, J., Harris, W. A., ... & Wechsler, H. (2006). Youth risk behavior surveillance—United States, 2005. Journal of school health, 76(7), 353-372.

Eaton, D. K., Kann, L., Kinchen, S., Shanklin, S., Ross, J., Hawkins, J., ... & Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2010). Youth risk behavior surveillance-United States, 2009. MMWR Surveill Summ, 59(5), 1-142.

Eisenmann, J. C., Wickel, E. E., Welk, G. J., & Blair, S. N. (2005). Relationship between adolescent fitness and fatness and cardiovascular disease risk factors in adulthood: the Aerobics Center Longitudinal Study (ACLS). American heart journal, 149(1), 46-53.

Ekelund, U., Luan, J. A., Sherar, L. B., Esliger, D. W., Griew, P., Cooper, A., & International Children's Accelerometry Database (ICAD) Collaborators. (2012). Moderate to vigorous physical activity and sedentary time and cardiometabolic risk factors in children and adolescents. Jama, 307(7), 704-712.

Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Blimkie, C. J., Jeffreys, I., Micheli, L. J., Nitka, M., & Rowland, T. W. (2009). Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. The Journal of Strength & Conditioning Research, 23, S60-S79.

Faigenbaum, A., Milliken, L., LaRosa Loud, R., Burak, B., Doherty, C., Westcott, W. (2002). Comparison of 1 day and 2 days per week of strength training in children. Research Quarterly for Exercise and Sport, 73(4), 416-424.

Faigenbaum, A., Milliken, L., Moulton, L., Westcott, W. (2005). Early muscular fitness adaptations in children in response to two different resistance training regimens. Pediatric Exercise Science, 17(3), 237-248.

Faigenbaum, A.D. (1993). The effects of twice per week strength training in children. Pediatric Exercise Science, 5(4), 339-346.

Fisher, A., Reilly, J. J., Kelly, L. A., Montgomery, C., Williamson, A., Paton, J. Y., & Grant, S. (2005). Fundamental movement skills and habitual physical activity in young children. Med Sci Sports Exerc, 37(4), 684-688.

Fleck, S. J., & Kraemer, W. (2014). Designing resistance training programs, 4E. Human Kinetics.

FOR, E. P. O. I. G., & CHILDREN, R. R. I. (2011). Expert panel on integrated guidelines for cardiovascular health and risk reduction in children and adolescents: summary report. Pediatrics, 128(Suppl 5), S213.

Froberg, S. T. and Lammert, O., (1996). “Development of muscle strength during childhood.”. In The child and adolescent athlete Edited by: Bar-Or, O. 25–41. London: Blackwell.

Fuemmeler, B. F., Anderson, C. B., & Mâsse, L. C. (2011). Parent-child relationship of directly measured physical activity. International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 8(1), 17.

Ganley, K. J., Paterno, M. V., Miles, C., Stout, J., Brawner, L., Girolami, G., & Warren, M. (2011). Health-related fitness in children and adolescents. Pediatric Physical Therapy, 23(3), 208-220.

Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., ... & Swain, D. P. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. Medicine and science in sports and exercise, 43(7), 1334.

Garcia D, Archer T, Moradi S, Andersson Arntén A (2012) Exercise frequency, high activation positive affect, and psychological well-being: beyond, age gender and occupation. Psychology 3: 328-336

Gaya, A., Alves, A., Aires, L., Martins, C., Ribeiro, J., Mota, J. (2009). Association between time spent in sedentary, moderate to vigorous physical activity, body mass index, cardiorespiratory fitness and blood pressure. Annals of Human Biology, 36(4), 379-387.

Gaz DV, Smith AM (2012) Psychosocial benefits and implications of exercise. Am Acad Phys Med Rehab 4: 812-817

Graf, C., Koch, B., Kreetschmann-Kandel, E., Falkowsk,i G., Chris,t H., Coburguer, S., Lenhmacher, W., Bjarnason-Weherens, B., Platen, P., Tokarski, W., Predel, H., Dordel, S. (2004). Correlation between BMI, leisure habits and motor abilities in childhood (CHILT-Project). International Journal of Obesity and Related metabolic disorders, 2881), 22-26.

Gumbs, V. L., Segal, D., Halligan, J. B., & Lower, G. (1982). Bilateral distal radius and ulnar fractures in adolescent weight lifters. The American journal of sports medicine, 10(6), 375-379.

Gutin, B., Barbeau, P., Owens, S., Lemmon, C. R., Bauman, M., Allison, J., ... & Litaker, M. S. (2002). Effects of exercise intensity on cardiovascular fitness, total body composition, and visceral adiposity of obese adolescents. The American journal of clinical nutrition, 75(5), 818-826.

Hagan,J.F., Shaw,J.S., Duncan, P.M., (Eds.),Promoting physical activity, Guidelines for Health Supervision of Infants, Children and Adolescents (3rd ed.), American Academy of Pediatrics, Elk Grove, IL (2010) http://brightfutures.aap.org/pdfs/Guidelines_PDF/7-Promoting_Physical_Activity.pdf Accessed June 17, 2012

Hands, B., Larkin, D., Parker, H., Straker, L., Perry, M. (2009). The relationship among physical activity, motor competence and health- related fitness in 14-year-old adolescents. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 19(5), 655-663.

Haverly, K., & Davison, K. K. (2005). Personal fulfillment motivates adolescents to be physically active. Archives of pediatrics & adolescent medicine, 159(12), 1115-1120.

Hillman CH, Kamijo K, Scudder M (2011) A review of chronic and acute physical activity participation on neuroelectric measures of brain health and cognition during childhood. Prev Med 52 Suppl 1: S21-28.

Hind, K., Burrows, M. (2007). Weight-bearing exercise and bone mineral accrual in children and adolescents: a review of controlled trials. Bone, 40(1), 14-27.

Hinkley, T., Crawford, D., Salmon, J., Okely, A. D., & Hesketh, K. (2008). Preschool children and physical activity: a review of correlates. American journal of preventive medicine, 34(5), 435-441.

Holman, R. M., Carson, V., & Janssen, I. (2011). Does the fractionalization of daily physical activity (sporadic vs. bouts) impact cardiometabolic risk factors in children and youth?. PloS one, 6(10), e25733.

Holt, J., Holt, L. E., & Pelham, T. W. (1995). Flexibility redefined. In ISBS-Conference Proceedings Archive.

Iivonen, K. S., Sääkslahti, A. K., Mehtälä, A., Villberg, J. J., Tammelin, T. H., Kulmala, J. S., & Poskiparta, M. (2013). Relationship between fundamental motor skills and physical activity in 4-year-old preschool children. Perceptual and Motor Skills, 117(2), 627-646.

Jenny, S., & Armstrong, T. (2013). Distance running and the elementary-age child. Journal of Physical Education, Recreation & Dance, 84(3), 17-25.

Josh, P., Bryan, C., Howat, H. (2012). Relationship of body mass index and fitness levels among schoolchildren. Journal of Strength and Conditioning Research, 26(4), 1006-1014.

Kang, H. S., Gutin, B., Barbeau, P., Owens, S., Lemmon, C. R., Allison, J., ... & Le, N. A. (2002). Physical training improves insulin resistance syndrome markers in obese adolescents. Medicine & Science in Sports & Exercise, 34(12), 1920-1927.

Katch, V. (1983). Physical conditioning of children. Journal of Adolescent Health Care, 3(4), 241-246.

King, G., Lawm, M., King, S., Rosenbaum, P., Kertoy, M. K., & Young, N. L. (2003). A conceptual model of the factors affecting the recreation and leisure participation of children with disabilities. Physical & occupational therapy in pediatrics, 23(1), 63-90.

Kohrt, W. M., Bloomfield, S. A., Little, K. D., Nelson, M. E., & Yingling, V. R. (2004). Physical activity and bone health. Medicine & Science in Sports & Exercise, 36(11), 1985-1996.

Kraemer, W. J., & Fleck, S. J. (2005). Strength training for young athletes. Human Kinetics.

Krafft CE, Schwarz NF, Chi L, Weinberger AL, Schaeffer DJ et al. (2013) An 8-month randomized controlled exercise trial alters brain activation during cognitive tasks in overweight children. Obesity (Silver Spring). doi: 10.1002/ oby.20518

Lee, S. M., Burgeson, C. R., Fulton, J. E., & Spain, C. G. (2007). Physical education and physical activity: results from the School Health Policies and Programs Study 2006. Journal of school health, 77(8), 435-463.

Lillegard, W., Brown, E., Wilson, D., Henderson, R., Lewis, E. (1997). Efficacy of strength training in prepubescent to early postpubescent males and females: Effects of gender and maturity. Pediatric Rehabilitation, 1(3), 147-157.

Lohana, P., Hemington-Gorse, S., Thomas, C., Potokar, T., & Wilson, Y. T. (2012). Paediatric injuries due to home treadmill use: an emerging problem. The Annals of the Royal College of Surgeons of England, 94(2), 121-123.

Mahieu, N., Witvrouw, E., Van de Voorde, D., Michildsens, D., Arbyn, V., Vvan den Broecke, W. (2006). Improving strength and postural control in young skiers: Whole-body vibration versus equivalent resistance training. Journal of Athletic Training, 41(3), 286-293.

Malina, R. (2001). Physical activity and fitness : pathways from childhood to adulthood. American Journal of Human Biology, 13(2), 162-172.

Malina, R. M. (2006). Weight training in youth-growth, maturation, and safety: an evidence-based review. Clinical journal of sport medicine, 16(6), 478-487.

Marshall, S.J., Biddle, S.H., Sallis, J.F., Mckenzie, T.L., Conway, T.L. (2002). Clustering of sedentary behaviors and physical activity among youth : a cross-national study. Pediatric Exercise Science, 14(4), 401-417.

Matos, N., Winsley, R.J. (2007). Trainability of young athletes and overtraining. Journal of Sports Science and Medicine, 6(1), 353-367

McHugh, M. P., & Cosgrave, C. H. (2010). To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 20(2), 169-181.

McHugh, M. P., & Nesse, M. (2008). Effect of stretching on strength loss and pain after eccentric exercise. Medicine and science in sports and exercise, 40(3), 566.

Nassis, G. P., Papantakou, K., Skenderi, K., Triandafillopoulou, M., Kavouras, S. A., Yannakoulia, M., ... & Sidossis, L. S. (2005). Aerobic exercise training improves insulin sensitivity without changes in body weight, body fat, adiponectin, and inflammatory markers in overweight and obese girls. Metabolism, 54(11), 1472-1479.

National Institutes of Health, “Benefits of Physical Activity,” 2016, https://www.nhlbi.nih.gov/health/health-topics/topics/phys/benefits.

Nettle, H., Sprogis, E. (2011) Pediatric exercise: Truth and/or consequences, Sports Med Arthrosc Rev, pp. 75-80.

Noonan, T. J., Best, T. M., Seaber, A. V., & Garrett JR, W. E. (1993). Thermal effects on skeletal muscle tensile behavior. The American Journal of Sports Medicine, 21(4), 517-522.

Obert, P., Mandigouts, S., Nottin, S., Vinet, A., N'Guyen, L. D., & Lecoq, A. M. (2003). Cardiovascular responses to endurance training in children: effect of gender. European journal of clinical investigation, 33(3), 199-208.

Ogden, C. L., Carroll, M. D., Curtin, L. R., Lamb, M. M., & Flegal, K. M. (2010). Prevalence of high body mass index in US children and adolescents, 2007-2008. Jama, 303(3), 242-249.

Ondrak, K. S., McMurray, R. G., Bangdiwala, S. I., & Harrell, J. S. (2007). Influence of aerobic power and percent body fat on cardiovascular disease risk in youth. Journal of adolescent health, 41(2), 146-152.

Ortega, B., Tresaco, B., Ruiz, J., Moreno, L., Matillas, M., Mesa, J., Warnberg, J., Bueno, M., Tercedor, P., Gutiérrez, A., Castillo, M. (2007). Cardiorespiratory fitness and sedentary activities are associated with adiposity in adolescents. Obesity, 15(6), 1589-1599.

Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Castillo, M. J., & Sjöström, M. (2008). Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. International journal of obesity, 32(1), 1-11.

Ozmun, J., Mikesky, A., Surburg, P. (1994). Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. Medicine and Science in Sports and Exercise, 26(4), 510-514.

Parikh, T., & Stratton, G. (2011). Influence of intensity of physical activity on adiposity and cardiorespiratory fitness in 5–18 year olds. Sports Medicine, 41(6), 477-488.

People, H., & US Department of Health and Human Services. (2000). Healthy people 2010. Office of Disease Prevention and Health Promotion, US Department of Health and Human Services.

Physical activity guidelines for Americans, U.S. Department of Health and Human Services, Washington, DC (2008) http://www.health.gov/paguidelines/pdf/paguide.pdf Accessed June 17, 2012

Prentice, A., Schoenmakers, I., Laskey, M.A., de Bono, S., Ginty, F., Goldberg, G.R. (2006). Nutrition and bone growth and development. Proceedings of the Nutrition Society, 65(4), 348-360.

Ramsay, J., Blimkie, C., Smith, K., Garner, S., MacDougall, J., Sale, D. (1990). Strength training effects in prepubescent boys. Medicine and Science in Sports and Exercise, 22(5), 605-614.

Rasberry CN, Lee SM, Robin L, Laris BA, Russell LA, et al. (2011) The association between school-based physical activity, including physical education, and academic performance: a systematic review of the literature. Prev Med 52: 510-520.

Reid, D. C., Burnham, R. S., Saboe, L. A., & Kushner, S. F. (1987). Lower extremity flexibility patterns in classical ballet dancers and their correlation to lateral hip and knee injuries. The American journal of sports medicine, 15(4), 347-352.

Rideout, V. J., Foehr, U. G., & Roberts, D. F. (2010). Generation M 2: Media in the Lives of 8-to 18-Year-Olds. Henry J. Kaiser Family Foundation.

Risser, W. L., & Risser, J. M. (1990). Weight-training injuries in adolescents. American Journal of Diseases of Children, 144(9), 1015-1017.

Rowland, T. W. (2005). Children's exercise physiology (pp. 67-133). Champaign, IL: Human Kinetics.

Rowland, T.W., Boyajian, A. (1995). Aerobic Response to Endurance Exercise Training in Children. Pediatrics, 96(4 Pt 1), 654-658.

Ruiz, J. R., Castro-Piñero, J., Artero, E. G., Ortega, F. B., Sjöström, M., Suni, J., & Castillo, M. J. (2009). Predictive validity of health-related fitness in youth: a systematic review. British journal of sports medicine, 43(12), 909-923.

Ruiz, J.R., Rizzo, N.S., Hurtig-Wennlof, A., Ortega, F.B., Warnberg, J., Sjostrom, M. (2006). Relations of total physical activity and intensity to fitness and fatness in children: The European Youth Heart Study. American Journal of Clinical Nutrition, 84(2), 299-303.

Ryan, E. D., Beck, T. W., Herda, T. J., Hull, H. R., Hartman, M. J., Costa, P. B., ... & Cramer, J. T. (2008). The time course of musculotendinous stiffness responses following different durations of passive stretching. journal of orthopaedic & sports physical therapy, 38(10), 632-639.

Ryan, J. R., & Salciccioli, G. G. (1976). Fractures of the distal radial epiphysis in adolescent weight lifters. The American journal of sports medicine, 4(1), 26-42.

Sallis, J., Prochaska, J., Taylor, W. (2000). A review of correlates of physical activity of children and adolescents. Medicine and Science in Sports and Exercise, 32(5), 963-975.

Santos, A., Marinho, D.A., Costa, A.M., Izquierdo, M., Marques, M.C. (2012). The effects of concurrent resistance and endurance training follow a detraining period in elementary school students. Journal of Strength and Conditioning Research, 26(6), 1708-1716.

Sarzynski, M., Eisenmann, J., Welk, G., Tucker, J., Glenn, K., Rothschild, M., Heelan, K. (2010). ACE I/D genotype, habitual physical activity, and blood pressure in children. Pediatric Exercise Science, 22(2), 301-313.

Shea, K. M. (2008). Children's Health and the Environment: Children are Not Little Adults. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

Sothern, M. S., Loftin, J. M., Udall, J. N., Suskind, R. M., Ewing, T. L., Tang, S. C., & Blecker, U. (2000). Safety, feasibility, and efficacy of a resistance training program in preadolescent obese children. The American journal of the medical sciences, 319(6), 370-375.

Standage M, Sebire SJ, Loney T (2008) Does exercise motivation predict engagement in objectively assessed bouts of moderate-intensity exercise? A self-determination theory perspective. J Sport Exerc Psychol 30: 337-352.

Strawbridge, M. (2013). Children and adolescents: physiological considerations during exercise training. Strategies, 26(2), 39-41.

Sveinsson, T., Arngrimsson, S., Johannsson, E. (2009). Association between aerobic fitness, body composition, and physical activity in 9- and 15-year-olds. European Journal of Sport Science, 9(3), 141-150.

Takken, T., Bongers, B. C., Van Brussel, M., Haapala, E. A., & Hulzebos, E. H. (2017). Cardiopulmonary exercise testing in pediatrics. Annals of the American Thoracic Society, 14(Supplement 1), S123-S128.

Telles S, Singh N, Bhardwaj AK, Kumar A, Balkrishna A (2013) Effect of yoga or physical exercise on physical, cognitive and emotional measures in children: a randomized controlled trial. Child Adolesc Psychiatry Ment Health 7: 37.

Theokas, C., & Bloch, M. (2006). Out-of-school time is critical for children: Who participates in programs. Washington, DC: Child Trends.

Timmons, B. W., LeBlanc, A. G., Carson, V., Connor Gorber, S., Dillman, C., Janssen, I., ... & Tremblay, M. S. (2012). Systematic review of physical activity and

health in the early years (aged 0–4 years). Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 37(4), 773-792.

Timmons, B. W., Naylor, P. J., & Pfeiffer, K. A. (2007). Physical activity for preschool children—how much and how?. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 32(S2E), S122-S134.

Tolfrey, K. (2007). Responses to training. In: N Armstrong (Eds), Pediatric exercise science: Advances in sport and exercise science series (pp. 213-234). Edinburgh: Churchill Livingston Elsevier.

Tovar, G., Poveda, J., Pinilla, M., Lobelo, F. (2008). Relationship between overweight, physical activity and physical fitness in school-aged boys in Bogotá Colombia. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 58(3), 265-273.

Tremblay, M. S., Warburton, D. E., Janssen, I., Paterson, D. H., Latimer, A. E., Rhodes, R. E., ... & Duggan, M. (2011). New Canadian physical activity guidelines. Applied physiology, nutrition, and metabolism, 36(1), 36-46.

Trevlas, E., Matsouka, O., & Zachopoulou, E. (2003). Relationship between playfulness and motor creativity in preschool children. Early Child Development and Care, 173(5), 535-543.

Trost, S. G., Pate, R. R., Ward, D. S., Saunders, R., & Riner, W. (1999). Correlates of objectively measured physical activity in preadolescent youth. American Journal of Preventive Medicine, 17(2), 120-126.

Tsolakis, C., Vagenas, G., Dessypris, A. (2004). Strength adaptations and hormonal responses to resistance training and detraining in preadolescent males. Journal of Strength and Conditioning Research, 18(3), 625-629

Tucker, P. (2008). The physical activity levels of preschool-aged children: A systematic review. Early childhood research quarterly, 23(4), 547-558.

Twist, J., Kemper, H., Van Mechelen, W. (2000). Tracking of activity and fitness and the relationship with cardiovascular disease risk factors. Medicine and Science in Sports and Exercise, 32(8), 1455-1461.

Vamvakoudis, E., Vrabas, I.S., Galazoulas, C., Stefanidis, P., Metaxas, T.I., Mandroukas, K. (2007). Effects of basketball training on maximal oxygen uptake, muscle strength, and joint mobility in young basketball players. Journal of Strength and Conditioning Research, 21(3), 930-936.

Van Dusen, D.P., Kelder, S.H., Kohl, H.W., Ranjit, N., Perry, C.L. (2011). Associations of physical fitness and academic performance among school children. Journal of School Health, 81(12), 733-740.

Vanhees, L., Lefevre, J., Philippaerts, R., Martens, M., Huygens, W., Troosters, T., & Beunen, G. (2005). How to assess physical activity? How to assess physical fitness?. European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation, 12(2), 102-114.

Vicente-Rodríguez, G. (2006). How does exercise affect bone development during growth?. Sports Medicine, 36(7), 561-569.

Waters, E., de Silva-Sanigorski, A., Burford, B. J., Brown, T., Campbell, K. J., Gao, Y., ... & Summerbell, C. D. (2011). Interventions for preventing obesity in children. Cochrane database of systematic reviews, (12).

Weineck, J. (2003). Atividade física e esporte: Para quê? Barueri, Brasil: Ed. Manole.

Williams, H. G., Pfeiffer, K. A., O'neill, J. R., Dowda, M., McIver, K. L., Brown, W. H., & Pate, R. R. (2008). Motor skill performance and physical activity in preschool children. Obesity, 16(6), 1421-1426.

World Health Organization, "Physical activity," http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs385/en/, 2017.

World Health OrganizationGlobal recommendations on physical activity for health, WHO, Geneva (2010) http://whqlibdoc.who.int/publications/2010/9789241599979_eng.pdf Accessed June 17, 2012

Wrotniak, B., Epstein, L., Dorn, J., Jones, K., Kondilis, V. (2006). The relationship between motor proficiency and physical activity in children. Pediatrics, 118(6), e1758-e1765.

Xianwen, S., Ailing, L., Yanping, L., Xiaoqi, H., Lin, D., Jun, M., Guif, X., Ying, L., Hongwei, G., Guansheng, M. (2010). The association of weight status with physical fitness among Chinese children. International Journal of Pediatrics, 1-6. doi:10.1155/2012/943653.