



ΚΙΝΗΣΙΟΛΟΓΙΑ

ανθρωπιστική κατεύθυνση

**Η συμβολή της φυσικής
δραστηριότητας στην
ανάπτυξη των επιτελικών
λειτουργιών κατά τη σχολική
ηλικία**

**Σπανού Μάρθα
Βενετσάνου Φωτεινή
Δανιά Ασπασία
Σταύρου Νεκτάριος**

Η βιβλιογραφική αναφορά του άρθρου αυτού είναι:

Σπανού, Μ., Βενετσάνου, Φ., Δανιά, Α., & Σταύρου, Ν. (2021). Η συμβολή της φυσικής δραστηριότητας στην ανάπτυξη των επιτελικών λειτουργιών κατά τη σχολική ηλικία. *Κινησιολογία: Ανθρωπιστική Κατεύθυνση*, 8(1), 2-21.

THE CONTRIBUTION OF PHYSICAL ACTIVITY TO THE DEVELOPMENT OF EXECUTIVE FUNCTIONS DURING SCHOOL AGE

Spanou Martha¹, Venetsanou Fotini¹, Dania Aspasia¹, Stavrou Nektarios¹

1. School of Physical Education and Sport Science, National and Kapodistrian University of Athens

Abstract

Children's participation in physical activity (PA) is thought necessary, as it is connected with a variety of health parameters. The aim of the present literature review was the examination of the relationship between executive functions (EF) and PA in school aged children. For the purpose of the present research, published studies were searched in the Google Scholar, PubMed and Sport Discus electronic databases, using terms related to PA, such as "physical activity", "physical education", "sports", and terms related to EF, such as "executive functions", "working memory", "cognitive flexibility", "inhibitory control" and "planning", as keywords. From the 275 studies identified, 34 met the criteria set and were included in this review. Among them, ten were descriptive and 24 were experimental. From the analysis of the descriptive studies it was revealed that their results were conflicting, with some studies identifying a positive relationship between PA and EF and some others, not. As far as the experimental studies are concerned, a positive effect of PA in EF was found in their majority. The discrepancy among the results can be attributed to the large heterogeneity among the studies, in terms of the experimental design applied, as well as the stimulus and the type of PA, which may have been not enough to change EF significantly. Last but not least, implementing an organized PA program seems to be more effective, than a single PA session for the improvement of the EF.

KEY WORDS: inhibitory control, working memory, cognitive flexibility, physical education, sports

Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΕΠΙΤΕΛΙΚΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΣΧΟΛΙΚΗ ΗΛΙΚΙΑ

Σπανού Μάρθα¹, Βενετσάνου Φωτεινή¹, Δανιά Ασπασία¹, Σταύρου Νεκτάριος¹

1. Σχολή Επιστήμης Φυσικής Αγωγής & Αθλητισμού, Εθνικό & Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Η συμμετοχή των παιδιών σε φυσική δραστηριότητα (ΦΔ) καθίσταται απαραίτητη, καθώς συνδέεται με ποικίλες παραμέτρους υγείας. Σκοπός της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης ήταν η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ των επιτελικών λειτουργιών (ΕΛ) με τη ΦΔ των παιδιών σχολικής ηλικίας. Για τον σκοπό αυτό, αναζητήθηκαν δημοσιευμένες ερευνητικές μελέτες στις βάσεις δεδομένων PubMed, Google Scholar και Sport Discus, χρησιμοποιώντας ως λέξεις- κλειδιά όρους που αφορούσαν τη ΦΔ, όπως «φυσική δραστηριότητα», «φυσική αγωγή» και «αθλήματα/αθλητισμός» και όρους που αφορούν τις ΕΛ, όπως «επιτελικές λειτουργίες», «μνήμη εργασίας», «γνωστική ευελιξία», «ανασταλτικός έλεγχος» και «σχεδιασμός». Από την αναζήτηση προέκυψαν 275 δημοσιευμένες μελέτες, από τις οποίες στην ανασκόπηση συμπεριλήφθηκαν οι 34 που πληρούσαν τα κριτήρια τα οποία είχαν τεθεί. Μεταξύ αυτών, οι 10 μελέτες ήταν περιγραφικές και οι υπόλοιπες 24, πειραματικές. Από την ανάλυση των περιγραφικών ερευνών διαπιστώθηκε ότι τα αποτελέσματά τους ήταν ασαφή, καθώς μερικές έρευνες εντόπισαν σχέση μεταξύ της ΦΔ και των ΕΛ, ενώ άλλες όχι. Όσον αφορά τις πειραματικές έρευνες, στην πλειοψηφία τους κατέδειξαν θετική επίδραση της ΦΔ στις ΕΛ. Η ασυμφωνία μεταξύ των αποτελεσμάτων μπορεί να αποδοθεί στη μεγάλη ετερογένεια μεταξύ των ερευνών, ως προς τον πειραματικό σχεδιασμό που εφαρμόστηκε, καθώς και στα χαρακτηριστικά της ΦΔ, τα οποία μπορεί να μην ήταν επαρκή, ώστε να επιφέρουν αλλαγές στις ΕΛ. Τέλος, φάνηκε ότι η συστηματική εφαρμογή ενός προγράμματος οργανωμένης ΦΔ αποτελεί αποτελεσματικότερη οδό για τη βελτίωση των ΕΛ σε σχέση με μεμονωμένες συνεδρίες ΦΔ.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: μνήμη εργασίας, γνωστική ευελιξία, ανασταλτικός έλεγχος, φυσική αγωγή, αθλητισμός

Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται ότι τα παιδιά δεν καλύπτουν τις συστάσεις του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ) για 60 λεπτά μέτριας/έντονης φυσικής δραστηριότητας (ΦΔ) την ημέρα (World Health Organization; WHO, 2020), με το φαινόμενο να είναι περισσότερο έντονο στα κορίτσια σε σχέση με τα αγόρια (Dania, Kaioglou, & Venetsanou, 2020; Kaioglou, Dania, & Venetsanou, 2020; Tremblay et al., 2018), καθώς και στα μεγαλύτερα παιδιά σε σχέση με τα μικρότερα (Dania et al., 2020; Tremblay et al., 2018). Παράλληλα, διαπιστώνεται μεγάλη αύξηση των επιπέδων παχυσαρκίας (WHO, 2020), του χρόνου ενασχόλησης των παιδιών με ηλεκτρονικές συσκευές (Stein, Auerswald, & Ebersbach, 2017) και του καθιστικού χρόνου (Mistry & Puthussery, 2015). Τα προαναφερθέντα, καθιστούν τη συμμετοχή των παιδιών σε προγράμματα ΦΔ απαραίτητη, καθώς η ελλιπής ΦΔ έχει επιβλαβείς συνέπειες όχι μόνο σε επίπεδο σωματικής (Boddy et al., 2014; WHO, 2020) αλλά και ψυχικής υγείας (Tylor & Faulkner, 2008; WHO, 2020).

Μεταξύ των παραμέτρων της ψυχικής υγείας που φαίνεται πως συνδέονται με τη συμμετοχή σε ΦΔ, συμπεριλαμβάνονται οι επιτελικές λειτουργίες (ΕΛ), οι οποίες αποτελούν ανώτερες γνωστικές δεξιότητες, απαραίτητες για τη ρύθμιση των αποκρίσεων των ατόμων σε πρωτόγνωρες συνθήκες (Cushman, Young, & Hauser, 2006) και τη στοχοκατευθυνόμενη νόηση και συμπεριφορά (Best, 2010; Diamond, 2013). Αναφορικά με τη σχέση μεταξύ ΦΔ και ΕΛ, η έρευνα σε ενήλικες έχει δείξει υπεροχή των αθλητών έναντι των μη αθλητών στις δοκιμασίες ΕΛ (Bianco, Di Russo, Perri, & Berchicci, 2017; Chan, Wong, Liu, Yu, & Yan, 2011; Lundgren, Högman, Näslund, & Parling, 2016). Επίσης, οι ενήλικες που συμμετέχουν σε αθλήματα ανοικτών δεξιοτήτων (π.χ., πετοσφαίριση, αντισφαίριση, καλαθοσφαίριση) έχουν υψηλότερο επίπεδο ΕΛ σε σχέση με τους αθλητές των αθλημάτων κλειστών δεξιοτήτων (π.χ., ενόργανη γυμναστική, κολύμβηση, στίβος), η οποία έχει αποδοθεί από τους ερευνητές στις γνωστικές απαιτήσεις που διακρίνουν τα συγκεκριμένα αθλήματα (Ballester, Huertas, Pablos-Abella, Llorens, & Pesce, 2019; Di Russo et al., 2010; Jacobson & Matthaeus, 2014; Pesce & Audiffren, 2011; Wang et al., 2013; Wang, Liang, & Moreau, 2020). Μάλιστα, ο διαχωρισμός των αθλημάτων ανοικτών δεξιοτήτων σε ομαδικά και ατομικά καταδεικνύει ότι η απόδοση των συμμετεχόντων στα ομαδικά αθλήματα στις δοκιμασίες ΕΛ είναι υψηλότερη από εκείνη των συμμετεχόντων στα ατομικά (Burris & Appelbaum, 2020; Krenn, Finkenzeller, Würth, & Amesberger, 2018).

Μεταξύ των ΕΛ, τρεις θεωρούνται βασικές: ο ανασταλτικός έλεγχος, η μνήμη εργασίας και η γνωστική ευελιξία (Diamond, 2006; Miyake et al., 2000), ενώ υπάρχουν και πιο σύνθετες λειτουργίες, όπως η οργάνωση (Lezak, Howieson, Bigler, & Tranel, 2012), η προσοχή (Gazzaniga, Ivry, & Mangun, 2009), η επίλυση προβλημάτων και ο σχεδιασμός (Collins & Koechlin, 2012; Diamond & Ling, 2016; Lezak et al., 2012). Εστιάζοντας στις βασικές ΕΛ, ο ανασταλτικός έλεγχος ορίζεται ως η ικανότητα αυτοσυγκράτησης των έμφυτων σκέψεων και παρορμήσεων, καθώς και η επίδειξη ενός είδους αυτοελέγχου (Jacob & Parkinson, 2015). Η μνήμη εργασίας είναι η ικανότητα του ατόμου να διατηρεί στη μνήμη του πλήθος πληροφοριών (Alloway, Gathercole, & Pickering, 2006; Huizinga, Dolan, & van der Molen, 2006), να τις αποθηκεύει και να τις χρησιμοποιεί όποτε αυτό απαιτείται (Baddeley, 1992). Τέλος, η γνωστική ευελιξία αφορά την ικανότητα του ατόμου να εντοπίζει την καταλληλότερη επιλογή μεταξύ δύο ή περισσότερων εναλλακτικών καταστάσεων (Ionescu, 2012). Με βάση τον ορισμό τους, φαίνεται πως οι ΕΛ είναι σημαντικές για τη ζωή του ανθρώπου, ενώ σημαντικός αριθμός ερευνών έχει δείξει πως επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα στις δραστηριότητες της καθημερινής ζωής (Vaughan & Giovanello, 2010) και την επιτυχία στον αθλητισμό (Vestberg et al., 2012; Vestberg, Reinebo, Maurex, Ingvar, & Petrovic, 2017), ενώ προβλέπουν -επίσης- τη μελλοντική υγεία, την οικονομική ευημερία, ακόμα και τη δημόσια ασφάλεια (Moffitt et al., 2011).

Σχετικά με την ανάπτυξη των ΕΛ, παρότι υπάρχουν πολλές απόψεις, η πλειοψηφία των ερευνητών καταλήγει ότι οι τρεις βασικές ΕΛ πλησιάζουν το βέλτιστο επίπεδο πριν από την εφηβεία (Best, Miller, & Naglieri, 2011; Crone, Wendelken, Donohue, van Leijenhorst, & Bunge, 2006; Luciana et al., 2005) και συγκεκριμένα μεταξύ 8 και 12 ετών (Best, Miller, & Jones 2009; Cepeda, Kramer, & Gonzalez de Sather, 2001; Chelune & Baer, 1986; Hale, Bronik, & Fry, 1997; Levin et al., 1991). Θα πρέπει να σημειωθεί, ωστόσο, πως κάθε διακρι-

τή λειτουργία ωριμάζει και εξελίσσεται με διαφορετικό ρυθμό και διαμορφώνεται από πολλούς παράγοντες (Anderson, 2002), γι' αυτό και υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των επιδόσεων των παιδιών αυτής της ηλικίας (8-12 ετών) σε σχέση με τα μικρότερα (Levin et al., 1991).

Σύμφωνα με πολλούς ερευνητές, η βέλτιστη ανάπτυξη των ΕΛ κατά την παιδική ηλικία είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς συνδέονται άμεσα με την ακαδημαϊκή επίδοση (Best et al., 2011; Blair & Diamond, 2008; Bull, Espy, & Wiebe, 2008) και κυρίως με την επίδοση στα μαθηματικά, την ανάγνωση, τις ξένες γλώσσες και τις επιστήμες (Alloway & Alloway, 2010; Best et al., 2011; Bull & Scerif, 2001; Gathercole, Pickering, Knight, & Stegmann, 2004). Μάλιστα, ο ανασταλτικός έλεγχος και η ικανότητα προσοχής θεωρούνται σημείο-κλειδί τόσο για την ακαδημαϊκή επίδοση όσο και για τη μελλοντική εξέλιξη του ατόμου (Diamond, 2013).

Λαμβάνοντας υπόψη τη σημαντικότητα των ΕΛ, καθώς επίσης και το ενδεχόμενο της θετικής συμβολής της ΦΔ στην ανάπτυξή τους, σκοπός της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης είναι να εξεταστεί η σχέση μεταξύ ΦΔ και ΕΛ κατά τη σχολική ηλικία, η οποία αποτελεί μια σημαντική περίοδο στη ζωή, καθώς είναι ιδανική για υιοθέτηση συμπεριφορών, όπως η συμμετοχή σε ΦΔ και η μείωση του καθιστικού χρόνου, αλλά και η ανάπτυξη των ΕΛ.

Μέθοδος

Για τον σκοπό της παρούσας εργασίας αναζητήθηκαν δημοσιευμένες μελέτες στις ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων PubMed, Google Scholar και Sport Discus με λέξεις κλειδιά (α) όρους που αφορούσαν τη ΦΔ, όπως «φυσική δραστηριότητα» (physical activity), «φυσική αγωγή» (physical education) και «αθλήματα» (sports) και (β) όρους που αφορούν τις ΕΛ, όπως «επιτελικές λειτουργίες» (executive functions), «μνήμη εργασίας» (working memory), «γνωστική ευελιξία» (cognitive flexibility), «ανασταλτικός έλεγχος» (inhibitory control) και «σχεδιασμός» (planning). Οι μελέτες που συμπεριλήφθηκαν τελικά στην ανασκόπηση πληρούσαν τα εξής κριτήρια: (α) ήταν δημοσιευμένες σε επιστημονικά περιοδικά με κριτές, (β) ήταν γραμμένες στα ελληνικά ή στα αγγλικά, (γ) αφορούσαν παιδιά σχολικής ηλικίας και (δ) ήταν δημοσιευμένες από το 2000 έως τον Οκτώβριο του 2020.

Από την αναζήτηση προέκυψαν 275 μελέτες, από τις οποίες στην ανασκόπηση συμπεριλήφθηκαν μόνο εκείνες που πληρούσαν όλα τα προαναφερθέντα κριτήρια. Συνολικά αναλύθηκαν 34 μελέτες, εκ των οποίων οι 10 ήταν περιγραφικές και οι υπόλοιπες 24 πειραματικές.

Αποτελέσματα

Περιγραφικές έρευνες

Οι περιγραφικές μελέτες της σχέσης μεταξύ ΕΛ και ΦΔ στη σχολική ηλικία ταξινομούνται, στη συνέχεια, ανάλογα με τη μέθοδο καταγραφής της ΦΔ, σε δύο κατηγορίες: (α) στις μελέτες όπου η ΦΔ καταγράφηκε υποκειμενικά, μέσω ερωτηματολογίων που συμπληρώθηκαν είτε από τα ίδια τα παιδιά, είτε από τους γονείς τους και (β) σε εκείνες στις οποίες η ΦΔ καταγράφηκε αντικειμενικά, με τη χρήση επιταχυνσιομέτρων (Πίνακας 1).

Ξεκινώντας από τις μελέτες υποκειμενικής καταγραφής της ΦΔ, οι Zeng και συν. (2020), χρησιμοποιώντας μεγάλο δείγμα παιδιών ($N=4304$) ηλικίας 6-12 ετών, διαπίστωσαν θετική σχέση μεταξύ της ΦΔ και όλων των ΕΛ που εξέτασαν (μνήμη εργασίας, ανασταλτικός έλεγχος, γνωστική ευελιξία, σχεδιασμός) και αρνητική σχέση μεταξύ του καθιστικού χρόνου και των ΕΛ. Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί πως, εκτός από τη ΦΔ, στη συγκεκριμένη έρευνα, αξιολογήθηκαν υποκειμενικά και οι ΕΛ, μέσω ενός ερωτηματολογίου που συμπλήρωσαν οι γονείς των παιδιών.

Σε μια άλλη μελέτη με μικρότερο αριθμό παιδιών ($N=45$) ηλικίας 7-11 ετών, οι Davis, Tkacz, Tomporowski και Bustamante (2015) διερεύνησαν την πιθανή σύνδεση της ΦΔ με τη λειτουργία του σχεδιασμού, τη μνήμη και την προσοχή. Οι συγκεκριμένοι ερευνητές βρήκαν πως μόνο η λειτουργία του σχεδιασμού παρουσίασε σημαντική θετική σχέση με τη ΦΔ των παιδιών, ενώ γενικότερα φάνηκε μια τάση για υψηλότερη επίδοση των δραστήριων παιδιών στις δοκιμασίες ΕΛ σε σχέση με τα μη δραστήρια. Τέλος, οι Mala, Mc Garry, Riley, Lee και Di Stefano (2020), μελετώντας 149 μαθητές Ε΄ Δημοτικού έως Γ΄ Γυμνασίου, διαπίστωσαν πως η ΦΔ, η οποία καταγράφηκε με αυτοαναφορές των συμμετεχόντων, συνδέθηκε σημαντικά με τη γνωστική ευελιξία τους, όχι όμως με τη μνήμη εργασίας και τον ανασταλτικό τους έλεγχο.

Συνεχίζοντας στην παρουσίαση των μελετών στις οποίες η καταγραφή της ΦΔ έγινε με αντικειμενική μέθοδο, οι Pindus και συν. (2016) μελέτησαν τη σχέση μεταξύ ΦΔ, ανασταλτικού ελέγχου και μνήμης εργασίας σε 74 παιδιά ηλικίας 7-9 ετών, ωστόσο δεν διέκριναν κάποια σύνδεση μεταξύ αυτών και της ΦΔ. Τρία χρόνια αργότερα, οι ίδιοι ερευνητές, εστιάζοντας μόνο στον ανασταλτικό έλεγχο κατέληξαν, για άλλη μια φορά, στην απουσία σχέσης με τη ΦΔ, στα 75 παιδιά ηλικίας 8-10 ετών που μελέτησαν (Pindus et al., 2019).

Ανάλογη απουσία σύνδεσης μεταξύ ΕΛ και ΦΔ διαπίστωσαν οι Aadland και συν. (2017), οι οποίοι διερεύνησαν, μεταξύ άλλων, τη σχέση μεταξύ μέτριας/έντονης ΦΔ, καθιστικού χρόνου και ΕΛ (μνήμης εργασίας, ανασταλτικού ελέγχου, γνωστικής ευελιξίας) σε 697 παιδιά ηλικίας 10 ετών. Σε παρόμοιο συμπέρασμα κατέληξαν και οι Mora-Gonzalez και συν. (2019), οι οποίοι διερεύνησαν εάν ο ανασταλτικός έλεγχος, η γνωστική ευελιξία και η λειτουργία του σχεδιασμού 100 υπέρβαρων και παχύσαρκων παιδιών ηλικίας 10 ετών σχετίζεται με τα επίπεδα ΦΔ τους. Επίσης, στην έρευνα των van der Niet και συν. (2014), στην οποία συμμετείχε ένα μικρό δείγμα παιδιών ($N=80$) ηλικίας 8-12 ετών, διαπιστώθηκε ότι η ΦΔ είχε σημαντική θετική σχέση με τη λειτουργία σχεδιασμού και όχι με τον ανασταλτικό έλεγχο, τη μνήμη εργασίας και τη γνωστική ευελιξία των συμμετεχόντων, ενώ βρέθηκε αρνητική σχέση μεταξύ του καθιστικού χρόνου και του ανασταλτικού ελέγχου των συμμετεχόντων.

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν και τα ευρήματα των Synäoja, Tammelin, Ahonen, Kankaanpää και Kantomaa (2014), οι οποίοι εξέτασαν σε ένα σχετικά μεγάλο δείγμα παιδιών ($N=224$, ΜΟ ηλικίας=12.2 έτη) τη σχέση των γνωστικών δεξιοτήτων (μνήμη εργασίας, ανασταλτικός έλεγχος) με τη ΦΔ και τον καθιστικό χρόνο, που καταγράφηκαν τόσο υποκειμενικά, όσο και αντικειμενικά. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, παρότι η αυτοαναφερόμενη ΦΔ δεν συσχετίστηκε με καμία από τις γνωστικές δεξιότητες, η ΦΔ που αξιολογήθηκε μέσω των επιταχυνσιομέτρων είχε θετική σχέση με τον ανασταλτικό έλεγχο, ενώ ο χρόνος ενασχόλησης με ηλεκτρονικά παιχνίδια συνδέθηκε αρνητικά με τη μνήμη εργασίας.

Τέλος, από την ανασκόπηση προέκυψε και μια έρευνα η οποία δεν εντάσσεται στις δύο παραπάνω κατηγορίες, καθώς οι Policastro, Accardo, Marcovich, Pelamatti και Zoia (2018) μελέτησαν τη σχέση της συμμετοχής στην καλαθοσφαίριση με την επίδοση στις δοκιμασίες ΕΛ (ανασταλτικός έλεγχος, γνωστική ευελιξία) σε 75 παιδιά ηλικίας 7-11 ετών. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι τα παιδιά που συμμετείχαν σε προπονήσεις καλαθοσφαίρισης είχαν καλύτερη επίδοση στις ΕΛ σε σχέση με τις νόρμες για τις αντίστοιχες ηλικίες στον τυπικό πληθυσμό.

Πειραματικές έρευνες

Στηριζόμενοι στο γεγονός ότι σε ορισμένες περιγραφικές μελέτες προέκυψε θετική σχέση μεταξύ ΦΔ και ΕΛ, τις τελευταίες δεκαετίες οι ερευνητές εστίασαν το ενδιαφέρον τους στον πειραματικό έλεγχο της σχέσης μεταξύ των δύο παραμέτρων. Οι 24 πειραματικές έρευνες που προέκυψαν βάσει των κριτηρίων αναζήτησης της παρούσας έρευνας, κατηγοριοποιήθηκαν, για την ευκολότερη ανάλυσή τους, σε (α) εκείνες που εξέτασαν την ανάπτυξη των ΕΛ στο σχολικό περιβάλλον [μέσω του μαθήματος της φυσικής αγωγής (ΦΑ) και μέσω διαλειμμάτων ΦΔ στη σχολική τάξη] και (β) σε εκείνες που διερεύνησαν την επίδραση ενός προγράμματος οργανωμένης εξωσχολικής ΦΔ μετά τη λήξη του σχολικού ωραρίου (Πίνακας 2).

Η ανάπτυξη των επιτελικών λειτουργιών μέσα από το μάθημα της Φυσικής Αγωγής

Το 2012, οι Pirrie και Lodewyk εξέτασαν τις διαφορές στη λειτουργία του σχεδιασμού καθώς και σε άλλες γνωστικές δεξιότητες (π.χ. προσοχή) σε 40 παιδιά Δ΄ Δημοτικού, έπειτα από μία ώρα σχολικού μαθήματος όπου τα παιδιά παρέμεναν καθισμένα και μετά από μία ώρα μαθήματος ΦΑ. Το μάθημα ΦΑ ξεκινούσε με

προθέρμανση, με τα παιδιά να κινούνται σε μία σειρά εκτελώντας διάφορες κινήσεις. Στη συνέχεια, χωρίζονταν σε τέσσερις ομάδες, μία σε κάθε γωνία του γυμναστηρίου, και με την προτροπή του εκπαιδευτικού άλλαζαν θέση με συγκεκριμένο τρόπο. Κάθε ομάδα είχε μια λίστα δραστηριοτήτων, τις οποίες έπρεπε να εκτελέσει όσο πιο γρήγορα μπορούσε (π.χ., «ακουμπήστε με το γόνατό σας όλους τους κύκλους μέσα στο γυμναστήριο»). Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν καλύτερες επιδόσεις στη λειτουργία του σχεδιασμού μετά το μάθημα ΦΑ.

Την άμεση επίδραση ενός μαθήματος ΦΑ στη λειτουργία της μνήμης και συγκεκριμένα, στην ικανότητα ανάκλησης λέξεων από μια λίστα μελέτησαν οι Pesce, Crova, Cereatti, Casella και Bellucci (2009) σε 52 παιδιά, ηλικίας 11-12 ετών. Ο ερευνητικός σχεδιασμός περιελάμβανε τέσσερις συνεδρίες. Στην πρώτη συνάντηση, έγινε εξάσκηση σε δοκιμασία μνήμης και στη δεύτερη αξιολογήθηκε η ικανότητα ανάκλησης πληροφοριών, χωρίς να προηγηθεί μάθημα ΦΑ. Στις υπόλοιπες δύο συναντήσεις αξιολογήθηκε η μνήμη αμέσως μετά το μάθημα ΦΑ, το οποίο έδινε έμφαση αφενός στα ομαδικά παιχνίδια και αφετέρου στην κυκλική προπόνηση. Με βάση τα αποτελέσματα, φάνηκε ότι η ΦΑ είχε θετική επίδραση στη μνήμη, καθώς η ικανότητα ανάκλησης ήταν καλύτερη μετά τα δύο μαθήματα ΦΑ, ενώ ήταν επίσης καλύτερη μετά τα ομαδικά παιχνίδια, σε σχέση με την κυκλική προπόνηση.

Εκτός από τις δύο παραπάνω μελέτες που εστίασαν στην άμεση επίδραση της ΦΑ στις ΕΛ, ορισμένοι ερευνητές διερεύνησαν τις πιθανές θετικές επιπτώσεις του μαθήματος της ΦΑ σε μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Οι Fisher και συν. (2011) εντόπισαν, σε ένα δείγμα 64 μαθητών Α΄ τάξης Δημοτικού, τη θετικότερη επίδραση ενός προγράμματος ΦΑ σε σχέση με το τυπικό πρόγραμμα ΦΑ, στον ανασταλτικό έλεγχο και τη μνήμη εργασίας. Το πρόγραμμα ΦΑ είχε διάρκεια εννέα μηνών και συχνότητα δύο εκπαιδευτικών μονάδων/εβδομάδα και έδινε έμφαση στην ανάπτυξη της αερόβιας ικανότητας των παιδιών (π.χ., αποφυγή πολλών διδακτικών οδηγιών, μειωμένος χρόνος αναμονής των παιδιών σε σειρές, ποικιλία δραστηριοτήτων χειρισμού αντικειμένων).

Οι Schmidt, Jäger, Egger, Roebbers και Conzelmann (2015) εξέτασαν την επίδραση δύο προγραμμάτων ΦΑ, διάρκειας έξι εβδομάδων, με συχνότητα δύο φορές/εβδομάδα στις ΕΛ (ανασταλτικός έλεγχος, γνωστική ευελιξία) σε 181 παιδιά ηλικίας 10-12 ετών, τα οποία ταξινομήθηκαν σε τρεις ομάδες, δύο πειραματικές και μία ομάδα ελέγχου (ΟΕ). Στην πρώτη πειραματική ομάδα (ΠΟ1) εφαρμόστηκε πρόγραμμα ΦΑ με ομαδικά παιχνίδια (π.χ., παιχνίδια καλαθοσφαίρισης και floorball που απαιτούν συντονισμό χεριού-ματιού, αντίδραση με βάση ένα στόχο και συνεχείς αλλαγές στους κανονισμούς είτε με οπτικά, είτε με ακουστικά ερεθίσματα). Στη δεύτερη πειραματική ομάδα (ΠΟ2) εφαρμόστηκε πρόγραμμα ΦΑ με έμφαση στην αερόβια ικανότητα (π.χ., τρέξιμο σε ομάδες για κάλυψη συγκεκριμένης απόστασης), και τέλος, η ΟΕ ακολούθησε το τυπικό πρόγραμμα ΦΑ (περιλάμβανε αγωνίσματα στίβου και γυμναστικής, χορό, ομαδικά παιχνίδια και δραστηριότητες για τη βελτίωση της ΦΚ). Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι μόνο η ΠΟ1 παρουσίασε καλύτερα αποτελέσματα στη γνωστική ευελιξία, ενώ δεν υπήρχαν διαφορές στον ανασταλτικό έλεγχο.

Παρόμοια αποτελέσματα προέκυψαν και από την έρευνα των Pesce και συν. (2016), που μελέτησαν την επίδραση ενός εξάμηνου εμπλουτισμένου προγράμματος ΦΑ μίας ώρας την εβδομάδα στις ΕΛ (ανασταλτικός έλεγχος, μνήμη εργασίας) σε ένα μεγάλο αριθμό παιδιών (N=460) ηλικίας 5-10 ετών και εντόπισαν σημαντική βελτίωση μόνο στον ανασταλτικό έλεγχο. Το ενισχυμένο πρόγραμμα περιλάμβανε παιχνίδια με γνωστικές προκλήσεις, όπου τα παιδιά καλούνταν να βρουν πολλές λύσεις και να είναι δημιουργικά.

Τέλος, στην έρευνα των Crova και συν. (2014) διερευνήθηκε η επίδραση ενός εξάμηνου προγράμματος στις ΕΛ (ανασταλτικός έλεγχος, μνήμη εργασίας) 70 υπέρβαρων και νορμοβαρών παιδιών 9-10 ετών. Το πρόγραμμα συνδύαζε (α) μάθημα ΦΑ με γνωστικές προκλήσεις κάθε εβδομάδα και (β) δύο ώρες προπόνησης, σχεδιασμένης με βάση το άθλημα της αντισφαίρισης. Η αντισφαίριση επιλέχθηκε ως άθλημα ανοιχτών δεξιοτήτων και το πρόγραμμα ήταν σχεδιασμένο με έμφαση σε δεξιότητες χειρισμού αντικειμένων και σε ατομικά ή ομαδικά παιχνίδια. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι τα παιδιά που συμμετείχαν στο πρόγραμμα είχαν καλύτερες επιδόσεις στις δοκιμασίες ΕΛ, σε σχέση με τα παιδιά που παρακολούθησαν το τυπικό πρόγραμμα, με τα υπέρβαρα παιδιά -μάλιστα- να παρουσιάζουν και μεγαλύτερα οφέλη.

Επιτελικές λειτουργίες και διαλείμματα φυσικής δραστηριότητας

Ορισμένοι ερευνητές μελέτησαν την επίδραση των διαλειμμάτων ΦΔ εντός της σχολικής τάξης, στις ΕΛ των παιδιών. Ξεκινώντας από τη διερεύνηση ενδεχόμενης άμεσης απόκρισης των μαθητών στα διαλείμματα ΦΔ, οι Howie και συν. (2015) εξέτασαν την άμεση επίδραση διαλειμμάτων ΦΔ διαφορετικής διάρκειας, τα οποία περιελάμβαναν επιτόπιο τρέξιμο και αναπηδήσεις, στη μνήμη εργασίας και την επίδοση στα μαθηματικά 96 παιδιών ηλικίας 9-12 ετών. Συγκεκριμένα, τα παιδιά ταξινομήθηκαν σε τρεις ΠΟ, ανάλογα με τη διάρκεια του διαλείμματος ΦΔ (διάλειμμα πέντε, 10 και 20 λεπτών) και μία ΟΕ που οι συμμετέχοντες παρέμειναν καθιστοί για 10 λεπτά. Με βάση τα αποτελέσματα, διαπιστώθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των τεσσάρων ομάδων μόνο στα μαθηματικά, υπέρ των ομάδων που ακολούθησαν το πρόγραμμα ΦΔ των 10 και 20 λεπτών, χωρίς να υπάρξουν σημαντικές διαφορές στη μνήμη εργασίας σε κανένα από τα προγράμματα ΦΔ.

Αντίθετα αποτελέσματα βρήκαν οι Egger και συν. (2018), οι οποίοι εξέτασαν την άμεση επίδραση τεσσάρων διαφορετικών διαλειμμάτων ΦΔ διάρκειας 20 λεπτών, στις ΕΛ (ανασταλτικός έλεγχος, γνωστική ευελιξία, μνήμη εργασίας) σε ένα σχετικά μεγαλύτερο αριθμό συμμετεχόντων (N=226) ηλικίας 7-9 ετών. Καθένα από τα διαλείμματα αποτελούσε έναν διαφορετικό συνδυασμό ΦΔ (κινητικά ενεργητική δραστηριότητα έναντι καθιστικής δραστηριότητας) και γνωστικής εμπλοκής (χαμηλή γνωστική εμπλοκή έναντι υψηλής γνωστικής εμπλοκής). Η διαφορά μεταξύ υψηλής και χαμηλής γνωστικής εμπλοκής εστιάζονταν στο γεγονός ότι τα παιδιά στις ομάδες υψηλής εμπλοκής καλούνταν να αντιδράσουν σε ακουστικά ερεθίσματα και να εκτελέσουν τις αντίστοιχες κινήσεις. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι ο παράγοντας της ΦΔ δεν επηρέασε τις ΕΛ, ενώ ο παράγοντας της γνωστικής εμπλοκής επηρέασε αρνητικά τη γνωστική ευελιξία των παιδιών.

Έναν χρόνο αργότερα, οι Egger, Benzing, Conzelmann και Schmidt (2019) εφάρμοσαν τους συνδυασμούς ΦΔ και γνωστικής εμπλοκής των Egger και συν. (2018), σε δύο δεκάλεπτα διαλείμματα/ημέρα για είκοσι εβδομάδες, προκειμένου να εξετάσουν πιθανές αλλαγές στις ΕΛ (ανασταλτικός έλεγχος, γνωστική ευελιξία, μνήμη εργασίας) σε 142 παιδιά ηλικίας 7-9 ετών. Με βάση τα αποτελέσματα καταγράφηκε σημαντική βελτίωση μόνο στη γνωστική ευελιξία των παιδιών που συμμετείχαν στην ομάδα που συνδύαζε τη ΦΔ και την υψηλή γνωστική εμπλοκή.

Αντιθέτως, οι van den Berg και συν. (2019) εφάρμοσαν πρόγραμμα δεκάλεπτων διαλειμμάτων ΦΔ διάρκειας εννέα μηνών μια φορά/ημέρα και, μετά το πέρας της παρέμβασης, δεν βρήκαν σημαντικές διαφορές στη μνήμη εργασίας και τον ανασταλτικό έλεγχο σε ένα αρκετά μεγάλο αριθμό παιδιών (N=512) ηλικίας 9-12 ετών. Τα διαλείμματα ΦΔ στη συγκεκριμένη έρευνα περιελάμβαναν τρία βίντεο με χορό, τα οποία καλούνταν να μιμηθούν τα παιδιά της ΠΟ, ενώ εκείνα που αποτελούσαν την ΟΕ παρακολουθούσαν εκπαιδευτικά βίντεο και απαντούσαν σε ερωτήσεις κατανόησης σχετικά με τις πληροφορίες που είχαν δει.

Επιτελικές λειτουργίες και οργανωμένη εξωσχολική φυσική δραστηριότητα

Εκτός από το σχολικό περιβάλλον, ορισμένοι ερευνητές μελέτησαν την επίδραση προγραμμάτων οργανωμένης εξωσχολικής ΦΔ που πραγματοποιείται μετά τη λήξη του σχολικού ωραρίου στις ΕΛ των παιδιών που συμμετέχουν στα προγράμματα αυτά. Ξεκινώντας από τις έρευνες που διερευνούν την άμεση επίδραση της οργανωμένης εξωσχολικής ΦΔ, οι Jäger και συν. (2014) διερεύνησαν την ύπαρξη ή όχι διαφορών στις ΕΛ (ανασταλτικός έλεγχος, γνωστική ευελιξία, μνήμη εργασίας) σε παιδιά μικρής ηλικίας (N=104, ηλικία 6-8 ετών) πριν και μετά την εφαρμογή μιας συνεδρίας ΦΔ διάρκειας 20 λεπτών. Τα παιδιά της ΟΕ άκουγαν μια ιστορία ενώ εκείνα της ΠΟ που συμμετείχαν στο πρόγραμμα ΦΔ, καλούνταν αρχικά να αντιδράσουν κινητικά σε λέξεις- κλειδιά από τα τραγούδια που άκουγαν. Στη συνέχεια, ζητούνταν από τους συμμετέχοντες της ΠΟ να προσαρμόσουν κατάλληλα τις αντιδράσεις τους σε οπτικά ερεθίσματα και τέλος, να περάσουν εμπόδια με την ίδια σειρά με την οποία τα είχε περάσει προηγουμένως το ζευγάρι τους. Σύμφωνα με τα ευρήματα, μετά την παρέμβαση βρέθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των ομάδων μόνο στον ανασταλτικό έλεγχο.

Αντίθετα, οι ίδιοι ερευνητές μία χρονιά αργότερα (Jäger et al., 2015) δεν βρήκαν διαφορές στις ΕΛ (ανασταλτικός έλεγχος, μνήμη εργασίας) σε παιδιά λίγο μεγαλύτερης ηλικίας (N=219, ηλικία 10-12 ετών) μετά την εφαρμογή τεσσάρων διαφορετικών προγραμμάτων διάρκειας 20 λεπτών. Το πρώτο πρόγραμμα περιλάμβανε ΦΔ με γνωστικές προκλήσεις (παιχνίδια που απαιτούσαν την αναστολή αντιδράσεων, τη διατήρηση κανόνων στη μνήμη και την κατάλληλη αντίδραση σε ερεθίσματα). Στο δεύτερο πρόγραμμα εφαρμόστηκε αερόβια άσκηση χωρίς γνωστικές προκλήσεις, όπως τρέξιμο σε διαφορετικές κατευθύνσεις και μετακινήσεις. Το τρίτο περιλάμβανε καθιστικές δραστηριότητες με γνωστικές προκλήσεις, όπως παιχνίδια με κάρτες,

ενώ το τέταρτο αποτέλεσε τη συνθήκη ελέγχου όπου τα παιδιά παρέμεναν καθισμένα και άκουγαν μια ιστορία.

Σε μια συναφή μελέτη, ο Best (2010) εφάρμοσε τέσσερα προγράμματα ΦΔ (μία συνεδρία το καθένα), τα οποία διέφεραν ως προς τη ΦΔ (κινητικά ενεργητική δραστηριότητα vs καθιστική δραστηριότητα) και τις γνωστικές απαιτήσεις (χαμηλές vs υψηλές) σε 33 παιδιά ηλικίας 6-10 ετών. Από τα αποτελέσματα φάνηκε ότι η ΦΔ επηρέασε θετικά τις επιδόσεις στις δοκιμασίες του ανασταλτικού ελέγχου, σε αντίθεση με τις γνωστικές προκλήσεις που δεν διαφοροποίησαν την επίδοσή τους.

Οι Hillman και συν. (2009) εντόπισαν θετική σημαντική επίδραση στον ανασταλτικό έλεγχο μίας συνεδρίας ΦΔ (20 λεπτά τρεξίματος στο 60% της μέγιστης ΚΣ) στον ανασταλτικό έλεγχο σε ένα μικρό δείγμα παιδιών (N=20) με Μ.Ο. ηλικίας τα 9.5 έτη. Σε αντίθετα αποτελέσματα κατέληξαν οι Tomporowski και συν. (2008) σε ένα μεγαλύτερο αριθμό υπέρβαρων παιδιών (N=69, Μ.Ο. ηλικίας 9.2 ετών), που μελέτησαν την άμεση επίδραση της ΦΔ στη γνωστική ευελιξία, χωρίς να εντοπίσουν σημαντικές διαφορές. Ο πειραματικός σχεδιασμός περιλάμβανε δύο συνεδρίες. Κατά την πρώτη αξιολογήθηκε η γνωστική ευελιξία πριν και μετά από 23 λεπτά περπατήματος στο διάδρομο, ενώ κατά τη δεύτερη πριν και μετά από μια ώρα χωρίς άσκηση.

Συνεχίζοντας με μελέτες που αφορούν προγράμματα συστηματικής εφαρμογής οργανωμένης εξωσχολικής ΦΔ, οι Vazou, Klesel, Lakes και Smiley (2020) εξέτασαν την επίδραση δύο προγραμμάτων ΦΔ που πραγματοποιούνταν μετά τη λήξη του σχολικού ωραρίου στις ΕΛ (ανασταλτικός έλεγχος, γνωστική ευελιξία, μνήμη εργασίας) 39 παιδιών ηλικίας 6-11 ετών. Είκοσι δύο παιδιά συμμετείχαν σε πρόγραμμα που είχε επίκεντρο τον ρυθμό (ρυθμικές μετακινήσεις σε διάφορα ρυθμικά μοτίβα) και 17 παιδιά σε πρόγραμμα που βασιζόταν στο τυπικό πρόγραμμα ΦΑ του σχολείου και περιλάμβανε ομαδικά παιχνίδια και παιχνίδια συνεργασίας με διάφορες γνωστικές προκλήσεις. Η συνολική διάρκεια των δύο προγραμμάτων αν και ήταν σχετικά μικρή (επτά εβδομάδες) και είχε συχνότητα δύο φορές την εβδομάδα από 30 λεπτά, φάνηκε ικανή να προκαλέσει θετική σημαντική επίδραση στις ΕΛ, χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο.

Επίσης, οι Davis και συν. (2011) ανίχνευσαν θετική επίδραση δύο προγραμμάτων ΦΔ διάρκειας 13 εβδομάδων (χωρίς διαφορές μεταξύ των δύο) στον σχεδιασμό και την επίδοση στα μαθηματικά υπέρβαρων, μη δραστήριων παιδιών (N=171) ηλικίας 7-11 ετών. Για τη διερεύνηση του σκοπού της μελέτης, τα παιδιά χωρίστηκαν σε τρεις ομάδες, δύο ΠΟ και μια ΟΕ. Συγκεκριμένα, τα παιδιά των δύο ΠΟ συμμετείχαν καθημερινά σε πρόγραμμα αερόβιας άσκησης με δρομικά παιχνίδια, σχοινάκι και τροποποιημένα παιχνίδια ποδοσφαίρισης και καλαθοσφαίρισης, διάρκειας είτε 20 λεπτών (ΠΟ1) είτε 40 λεπτών (ΠΟ2), ενώ τα παιδιά της ΠΟ1 συμμετείχαν επιπλέον σε μια δεύτερη συνεδρία 20 λεπτών με επιτραπέζια παιχνίδια και ζωγραφική. Αντίθετα, τα παιδιά στην ΟΕ δεν συμμετείχαν σε πρόγραμμα ΦΔ.

Σε συμφωνία με τα παραπάνω ήταν και τα αποτελέσματα των Koutsandreou, Wegner, Niemann και Budde (2016), που διερεύνησαν την επίδραση δύο διαφορετικών προγραμμάτων ΦΔ μετά το σχολείο (με συχνότητα 45 λεπτά, τρεις φορές/εβδομάδα για 10 εβδομάδες) σε παιδιά (n = 71) με Μ.Ο. ηλικίας τα 9.4 έτη. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική βελτίωση στη μνήμη εργασίας και στις δύο πειραματικές ομάδες (με την ΠΟ2 να έχει μεγαλύτερη βελτίωση σε σύγκριση με την ΠΟ1), σε αντίθεση με την ΟΕ. Στην ΠΟ1 δινόταν έμφαση στην αερόβια ικανότητα μέσω δρομικών ασκήσεων και παιχνιδιών και στην ΠΟ2 στην ανάπτυξη των κινητικών δεξιοτήτων μέσω παιχνιδιών ισορροπίας, συντονισμού χεριού-ματιού, χεριού-ποδιού και προσανατολισμού στον χώρο, σε αντίθεση με την ΟΕ στην οποία χορηγούνταν μόνο κάποιες εργασίες για το σπίτι.

Οι επόμενες τέσσερις έρευνες εφάρμοσαν πρόγραμμα παρέμβασης με σημαντικά μεγαλύτερη συνολική διάρκεια (εννέα μήνες) από τις προηγούμενες και είχαν παρόμοιο ηλικιακό φάσμα μεταξύ των συμμετεχόντων. Πρώτοι οι Castelli, Hillman, Hirsch, Hirsch και Drollette (2011) μελέτησαν έναν μικρό αριθμό παιδιών (N=59), με Μ.Ο. ηλικίας τα 8.79 έτη, την επίδραση ενός προγράμματος οργανωμένης ΦΔ δύο ωρών κάθε μέρα στον ανασταλτικό έλεγχο. Οι ερευνητές έλαβαν στοιχεία για την καρδιακή συχνότητα (ΚΣ) των παιδιών στην ΠΟ, ενώ αντίθετα στην ΟΕ που δεν συμμετείχε στο πρόγραμμα δεν ήταν δυνατή η λήψη στοιχείων για την ΚΣ. Το πρόγραμμα ΦΔ περιλάμβανε αρχικά δραστηριότητες γυμναστικής για 40 λεπτά, ακολουθούσε ένα διάλειμμα και στη συνέχεια ο υπόλοιπος χρόνος αφιερωνόταν στη βελτίωση των κινητικών δεξιοτήτων και σε παιχνίδια με διαφορετικό στόχο κάθε φορά. Με βάση τα αποτελέσματα διαπιστώθηκε ότι

τα παιδιά που συμμετείχαν σε πιο έντονη ΦΔ είχαν και καλύτερες επιδόσεις στις δοκιμασίες ανασταλτικού ελέγχου. Παρόμοια, οι Hillman και συν. (2014) και οι Kamiyo και συν. (2011) εφαρμόζοντας τον ίδιο πειραματικό σχεδιασμό εντόπισαν θετική επίδραση του προγράμματος ΦΔ στον ανασταλτικό έλεγχο 221 παιδιών 7-9 ετών και στη μνήμη εργασίας 43 παιδιών της ίδιας ηλικίας. Οι Chaddock-Heyman και συν. (2013) διαπίστωσαν τη θετική επίδραση ενός εννιάμηνου προγράμματος καθημερινής οργανωμένης ΦΔ, πέντε συνεδριών/εβδομάδα και διάρκειας 75-85 λεπτών/συνεδρία, στον ανασταλτικό έλεγχο ενός μικρού δείγματος παιδιών (N=23, ηλικία 8-9 ετών). Το πρόγραμμα περιελάμβανε παιχνίδια και είχε στόχο τη βελτίωση της αερόβιας ικανότητας, της δύναμης και των κινητικών δεξιοτήτων.

Οι van der Niet και συν. (2016) ήταν οι μόνοι που εξέτασαν την επίδραση ενός προγράμματος ΦΔ 30 λεπτών στις ΕΛ (ανασταλτικός έλεγχος, γνωστική ευελιξία, μνήμη εργασίας, σχεδιασμός) 104 παιδιών ηλικίας 8-12 ετών. Το πρόγραμμα εφαρμόζόταν δύο φορές/εβδομάδα για 22 εβδομάδες, κατά τη διάρκεια του διαλείμματος για μεσημεριανό φαγητό. Η ΠΟ ακολούθησε πρόγραμμα ΦΔ με ασκήσεις ενδυνάμωσης (π.χ., κάμψεις-τάσεις αγκώνων) σε συνδυασμό με παιχνίδια με γνωστικές προκλήσεις (π.χ., τροποποιημένα παιχνίδια ποδοσφαίρου), ενώ αντίθετα η ΟΕ είχε ελεύθερο χρόνο. Από τα αποτελέσματα εντοπίστηκε σημαντική βελτίωση της ΠΟ μόνο στον ανασταλτικό έλεγχο και τη μνήμη εργασίας.

Τέλος, η μοναδική έρευνα που μελετά την επίδραση ενός αθλητικού προγράμματος ήταν εκείνη των Ishihara, Sugawara, Matsuda και Mizuno (2017), οι οποίοι εφάρμοσαν σε 40 παιδιά ηλικίας 6-12 ετών τροποποιημένες προπονητικές μονάδες αντισφαίρισης. Το πρόγραμμα περιελάμβανε ασκήσεις συντονισμού, παιχνίδια, αγωνιστικά ράλι και διαλείμματα για συλλογή του εξοπλισμού και παροχή οδηγιών και διήρκεσε συνολικά 13 εβδομάδες. Από τα αποτελέσματα, διαπιστώθηκε ότι όσο αυξανόταν ο μη δραστήριος χρόνος των παιδιών, μειωνόταν αντίστοιχα η απόδοσή τους στις δοκιμασίες ΕΛ (ανασταλτικός έλεγχος, μνήμη εργασίας). Επιπροσθέτως, φάνηκε ότι περισσότερος χρόνος αφιερωμένος σε παιχνίδια που προσομοιάζαν με έναν αγώνα αντισφαίρισης, συνδέθηκε με καλύτερες επιδόσεις στις δοκιμασίες ανασταλτικού ελέγχου, ενώ περισσότερος χρόνος αφιερωμένος σε ασκήσεις συντονισμού με καλύτερες επιδόσεις στη μνήμη εργασίας.

Συζήτηση

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η εξέταση της σχέσης μεταξύ ΦΔ και ΕΛ σε παιδιά σχολικής ηλικίας, μέσω της ανασκόπησης βιβλιογραφίας. Ξεκινώντας από τις περιγραφικές έρευνες, διαπιστώθηκε πως δεν παρέχουν σαφή εικόνα, καθώς ορισμένες δεν εντόπισαν σημαντική σχέση της ΦΔ με τις ΕΛ (Aadland et al., 2017; Mora-Gonzalez et al., 2019; Pindus et al., 2016, 2019), άλλες ανίχνευσαν θετική σχέση με ορισμένες ΕΛ (Davis et al., 2015; Mala et al., 2020; Synäoja et al., 2014; Van der Niet et al., 2015) και τέλος, μόνο σε δύο έρευνες η ΦΔ συνδέθηκε σημαντικά με όλες τις ΕΛ (Policastro et al., 2018; Zeng et al., 2020).

Η ετερογένεια των παραπάνω ευρημάτων μπορεί να αποδοθεί αφενός στον μεθοδολογικό σχεδιασμό των ερευνών και αφετέρου στη φύση των μεταβλητών που μελετώνται. Αναφορικά με τον ερευνητικό σχεδιασμό, παρατηρείται πως σε ορισμένες έρευνες ο αριθμός των συμμετεχόντων ήταν πολύ μικρός (βλ. Πίνακα 1) ή οι μετρήσεις ΦΔ πραγματοποιήθηκαν σε χρονική περίοδο που επηρεάζει τα αποτελέσματα [π.χ. στην έρευνα των Pindus και συν. (2016) οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν τους καλοκαιρινούς μήνες, όπου συνήθως η ΦΔ είναι αυξημένη σε σχέση με τους χειμερινούς και φθινοπωρινούς μήνες (Kristensen et al., 2008)]. Επιπλέον, καθοριστικός είναι ο ρόλος της μεθόδου καταγραφής των μεταβλητών της έρευνας. Για παράδειγμα, στη μελέτη των Zeng και συν. (2020), τόσο οι ΕΛ όσο και η ΦΔ αξιολογήθηκαν με υποκειμενικό τρόπο, ενώ οι Synäoja και συν. (2014) έχουν εκφράσει τις επιφυλάξεις τους σχετικά με την ευαισθησία ορισμένων δοκιμασιών να ανιχνεύουν διαφορές στις ΕΛ σε υγιή παιδιά.

Μεγάλες, επίσης, είναι οι διαφοροποιήσεις που εντοπίζονται στην καταγραφή της ΦΔ. Οι Policastro και συν. (2018), ακολουθώντας την πρακτική ερευνών που έχουν υλοποιηθεί σε εφήβους (Vestberg et al., 2017) και σε ενήλικες (Di Russo, Perri, & Berchicci, 2017; Chan et al., 2011; Lundgren et al., 2016), κατέγραψαν τη ΦΔ μόνο ως συμμετοχή (ή μη) σε κάποιο άθλημα, με αποτέλεσμα να μη δίνουν πλήρη εικόνα της ΦΔ των παι-

διών. Επιπροσθέτως, ακόμα και όταν καταγράφεται η καθημερινή ΦΔ των παιδιών, πιθανόν μία εβδομάδα να μην είναι αρκετή για να εντοπιστεί σχέση με τις ΕΛ (Mala et al., 2020).

Ορισμένοι ερευνητές κατέγραψαν την καθημερινή ΦΔ των παιδιών αντικειμενικά (με επιταχυνσιόμετρα ή βηματόμετρα) και άλλοι υποκειμενικά (με ερωτηματολόγια), το οποίο συνιστά σημαντικό εμπόδιο για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων των ερευνών. Το γεγονός αυτό επιφέρει πολλαπλά προβλήματα, λαμβάνοντας υπόψη ότι η ΦΔ είναι πολυδιάστατη (Jemaa et al., 2018), συνεπώς είναι δύσκολο να προσδιοριστεί πλήρως, ακόμα και με αντικειμενικούς τρόπους αξιολόγησης, όπως τα επιταχυνσιόμετρα, τα οποία δεν μπορούν -για παράδειγμα- να καταγράψουν το είδος της ΦΔ. Έτσι, στις έρευνες στις οποίες η ΦΔ έχει καταγραφεί μόνο ως προς την έντασή της, η έλλειψη σύνδεσης μεταξύ ΦΔ και ΕΛ πιθανώς οφείλεται σε ΦΔ με χαμηλές γνωστικές απαιτήσεις (Aadland et al., 2017). Στο σημείο αυτό, είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη οι τοποθετήσεις ορισμένων ερευνητών, σύμφωνα με τις οποίες, ενδεχομένως, η ΦΔ να μην επιφέρει απαραίτητα βελτίωση σε όλες τις γνωστικές δεξιότητες (Synvöja et al., 2014) ή και να συνδέεται με ανώτερες και πιο σύνθετες ΕΛ (Davis et al., 2015), όπως η λειτουργία του σχεδιασμού και επομένως να μην προκύπτει τόσο εύκολα σημαντική σχέση με τις τρεις βασικές ΕΛ (ανασταλτικός έλεγχος, γνωστική ευελιξία, μνήμη εργασίας).

Τέλος, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και άλλοι παράγοντες, όπως το φύλο, ο ΔΜΣ και η ΦΚ των συμμετεχόντων (η οποία, ωστόσο, συνδέεται με τη ΦΔ), οι οποίοι φαίνεται πως σχετίζονται με τις ΕΛ. Για παράδειγμα, παρατηρείται ότι τα παιδιά με υψηλότερο επίπεδο αερόβιας ικανότητας ή ΦΚ αποδίδουν καλύτερα σε δοκιμασίες ΕΛ (Crova et al., 2014; Haarala, 2013; Pindus et al., 2016; Pontifex et al., 2011), ενώ εκείνα που έχουν υψηλότερο ΔΜΣ παρουσιάζουν χαμηλότερη επίδοση (Mamrot & Hanč, 2019). Όσον αφορά τον παράγοντα του φύλου, τα ευρήματα της υπάρχουσας βιβλιογραφίας είναι αντιφατικά, καθώς ορισμένοι ερευνητές αναφέρουν υπεροχή των αγοριών σε δοκιμασίες ΕΛ (Becker, Isaac, & Hynd, 1987; Krikorian & Bartok, 1998), άλλοι των κοριτσιών (Pelegrina et al., 2015) και τέλος, ορισμένοι υποστηρίζουν την έλλειψη διαφορών μεταξύ των φύλων (Berlin & Bohlin, 2002; Pnevmatikos & Trikkaliotis, 2013; Welsh, Pennington, & Groisser, 1991).

Παρόλο που από τις περιγραφικές έρευνες δεν προέκυψαν σαφή αποτελέσματα αναφορικά με τη σχέση της ΦΔ και των ΕΛ, ωστόσο εντοπίστηκαν κάποια ενδιαφέροντα ευρήματα, όπως η αρνητική σχέση μεταξύ του καθιστικού χρόνου και των ΕΛ (van der Niet et al., 2014; Zeng et al., 2020). Το εύρημα αυτό αποδόθηκε αφενός στο γεγονός ότι οι καθιστικές συμπεριφορές των παιδιών περιλαμβάνουν δραστηριότητες που δεν είναι γνωστικά προκλητικές (van der Niet et al., 2014), αφετέρου στην αρνητική σχέση μεταξύ του χρόνου ενασχόλησης με ηλεκτρονικά παιχνίδια και της μνήμης εργασίας (Synvöja et al., 2014).

Στις πειραματικές έρευνες, τα αποτελέσματα, στην πλειοψηφία τους, ανέδειξαν θετική επίδραση της ΦΔ στις ΕΛ, τόσο μέσω των προγραμμάτων ΦΔ κατά τη διάρκεια του σχολικού ωραρίου (Crova et al., 2014; Egger et al., 2019; Fisher et al., 2011; Pesce et al., 2009; 2016; Schmidt et al., 2015), όσο και μέσω των προγραμμάτων οργανωμένης ΦΔ μετά από αυτό (Castelli et al., 2011; Chaddock-Heyman et al., 2013; Davis et al., 2011; Hillman et al., 2009; Ishihara et al., 2017; Jäger et al., 2014; Kamijo et al., 2011; Koutsandreu et al., 2016; Pirrie & Lodewyk, 2012; Van der Niet et al., 2016; Vazou et al., 2020). Συγκεκριμένα, στις έρευνες που μελέτησαν την επίδραση του μαθήματος της ΦΔ φάνηκε ότι τα ενισχυμένα προγράμματα ΦΔ, τα οποία περιλάμβαναν γνωστικές και κινητικές προκλήσεις για τα παιδιά, είχαν καλύτερα αποτελέσματα στις ΕΛ από τα τυπικά προγράμματα ΦΔ (Crova et al., 2014; Fisher et al., 2011; Pesce et al., 2009; 2016; Schmidt et al., 2015), αποτέλεσμα που συμφωνεί και με τη μετα-ανάλυση των Vazou, Pesce, Lakes και Smiley-Oyen (2019). Παράλληλα, τα προγράμματα ΦΔ που περιελάμβαναν ομαδικά παιχνίδια και δραστηριότητες ανοιχτών δεξιοτήτων παρουσίασαν μεγαλύτερη βελτίωση στις ΕΛ συγκριτικά με εκείνα που έδιναν έμφαση στην αερόβια ικανότητα ή την κυκλική προπόνηση (Pesce et al., 2009; Schmidt et al., 2015). Το εύρημα αυτό έρχεται σε συμφωνία με έρευνες σε ενήλικο πληθυσμό, όπου εμφανίστηκε υπεροχή των αθλητών αθλημάτων ανοιχτών δεξιοτήτων στις ΕΛ έναντι εκείνων που συμμετείχαν σε αθλήματα κλειστών δεξιοτήτων (Ballester et al., 2019; Jacobson & Matthaeus, 2014; Pesce & Audiffren, 2011; Wang et al., 2020).

Αντίθετα, οι έρευνες που εφάρμοσαν διαλειμματα ΦΔ στη σχολική τάξη παρουσιάζουν αντικρουόμενα αποτελέσματα, καθώς η μία από αυτές εντόπισε θετική επίδραση στις ΕΛ (Egger et al., 2019), ενώ στις υπόλοιπες τρεις δεν σημειώθηκε καμία επίδραση (Egger et al., 2018; Howie et al., 2015; Van den Berg et al., 2019). Τα ευρήματα αυτά μπορούν να αποδοθούν σε διαφορετικούς παράγοντες όπως η συνολική χρονική διάρκεια της παρέμβασης, η συχνότητα και διάρκεια των διαλειμμάτων ΦΔ, καθώς και το περιεχόμενο των διαλειμμά-

των. Αναφορικά με τον πρώτο παράγοντα, οι Egger και συν. (2019) μελέτησαν τη μακροχρόνια επίδραση (20 εβδομάδες) των διαλειμμάτων ΦΔ με συχνότητα δύο φορές/ημέρα, ενώ οι Egger και συν. (2018) και Howie και συν. (2015) μελέτησαν την άμεση επίδραση των διαλειμμάτων ΦΔ και οι van den Berg και συν. (2019) τη μακροχρόνια επίδραση δεκάλεπτων διαλειμμάτων, ωστόσο με συχνότητα μία φορά/ημέρα. Περνώντας στο περιεχόμενο των προγραμμάτων, αυτό που διαφοροποίησε τον σχεδιασμό των Egger και συν. (2019) ήταν ότι εφάρμοσαν διαλείμματα ΦΔ με γνωστικές προκλήσεις, ικανές να βελτιώσουν, τελικά, τη γνωστική ευελιξία των παιδιών.

Ενδιαφέροντα αλλά αντικρουόμενα αποτελέσματα προέκυψαν και από τις έρευνες που μελέτησαν την άμεση επίδραση της οργανωμένης ΦΔ που πραγματοποιείται μετά τη λήξη του σχολικού ωραρίου στις ΕΛ. Έτσι, ενώ μία συνεδρία ΦΔ με γνωστικές προκλήσεις (Jäger et al., 2014) και δύο συνεδρίες με αερόβιες δραστηριότητες (Best, 2011; Hillman et al., 2009) επέφεραν βελτίωση στον ανασταλτικό έλεγχο των συμμετεχόντων, όταν εφαρμόστηκαν τέσσερα εικοσάλεπτα προγράμματα ΦΔ με γνωστικές προκλήσεις (Jäger et al., 2015) ή ένα πρόγραμμα βαδίσματος 23 λεπτών (Tomporowski et al., 2008), δεν εντοπίστηκαν διαφορές στον ανασταλτικό έλεγχο και τη γνωστική ευελιξία.

Τέλος, στις έρευνες στις οποίες εφαρμόστηκε πρόγραμμα ΦΔ μεγάλης συνολικής διάρκειας παρουσιάστηκαν ευεργετικά αποτελέσματα στις ΕΛ, τόσο από παρεμβάσεις που έδιναν έμφαση στην αερόβια ικανότητα, όσο και από εκείνες που εστίασαν στον ρυθμό, στα παιχνίδια, στη συναρμογή αλλά και στις κινητικές δεξιότητες (Castelli et al., 2011; Chaddock-Heyman et al., 2013; Davis et al., 2011; Hillman et al., 2014; Kamijo et al., 2011; Koutsandreu et al., 2016; Van der Niet et al., 2016; Vazou et al., 2020). Μάλιστα, στην έρευνα των Koutsandreu και συν. (2016) εντοπίστηκε μεγαλύτερη βελτίωση στις ΕΛ ύστερα από την εφαρμογή προγράμματος με έμφαση στις κινητικές δεξιότητες σε σχέση με το πρόγραμμα αερόβιων δραστηριοτήτων. Το εν λόγω εύρημα συμφωνεί με τα αποτελέσματα της μετα-αναλύσης των Ludyga, Gerber, Pühse, Looser και Kamijo (2020), οι οποίοι διαπίστωσαν μεγαλύτερη επίδραση των ασκήσεων συντονισμού στις ΕΛ σε υγιή άτομα. Τα ευρήματα αυτά, σύμφωνα με την Diamond (2006), εξηγούνται με βάση το γεγονός ότι οι κινητικές αλλά και οι γνωστικές δεξιότητες, συμπεριλαμβανομένων των ΕΛ, ενεργοποιούν κοινές περιοχές του εγκεφάλου (π.χ., ραχιοπλευρικός προμετωπιαίος φλοιός και παρεγκεφαλίδα) που σχετίζονται και με τα δύο είδη δεξιοτήτων.

Η εύρεση μη σημαντικής σχέσης μεταξύ ΦΔ και ΕΛ μπορεί να αποδοθεί σε μια σειρά από παράγοντες. Αρχικά, η σχέση αυτή πιθανώς να επηρεάζεται από το ερέθισμα της ΦΔ, το οποίο μερικές φορές ίσως δεν είναι επαρκές, όσον αφορά τη διάρκεια και τη συχνότητα εφαρμογής του, για να προκαλέσει σημαντικές αλλαγές στην επίδοση σε δοκιμασίες ΕΛ. Επιπροσθέτως, ίσως επηρεάζεται από το είδος της ΦΔ που εφαρμόζεται και από τον βαθμό στον οποίο τελικά περιλαμβάνει γνωστικές προκλήσεις, ικανές να βελτιώσουν τις ΕΛ. Ένας τελευταίος παράγοντας είναι οι ΕΛ που εξετάζονται κάθε φορά. Σύμφωνα με τα ευρήματα των σχετικών ερευνών, ο ανασταλτικός έλεγχος βελτιώνεται γρηγορότερα από τη γνωστική ευελιξία και τη μνήμη εργασίας (Jäger et al., 2014; Van der Niet et al., 2016), ενώ ευεργετική γι' αυτόν φαίνεται πως είναι η έντονη ΦΔ (Castelli et al., 2011) και η συμμετοχή σε παιχνίδια ανοιχτών δεξιοτήτων (Ishihara et al., 2017). Αντίθετα, η μνήμη εργασίας φαίνεται να επωφελείται περισσότερο από τις ασκήσεις συναρμογής (Ishihara et al., 2017).

Επίσης, θα πρέπει να αναφερθούν κάποιες δυσκολίες που προκύπτουν στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων, τόσο των περιγραφικών όσο και των πειραματικών μελετών και οφείλονται στα χαρακτηριστικά των επιμέρους ερευνών που αναλύθηκαν. Ξεκινώντας, οι περισσότερες έρευνες δεν εξέτασαν όλες τις ΕΛ, αλλά ορισμένες εξ' αυτών, σε συνδυασμό με άλλες γνωστικές παραμέτρους, όπως η προσοχή ή σε συνδυασμό με την ακαδημαϊκή επίδοση και επιμέρους σχολικά μαθήματα, όπως τα μαθηματικά. Επιπροσθέτως, ο αριθμός των συμμετεχόντων στις έρευνες που μελετήθηκαν παρουσίασε μεγάλη διαφοροποίηση και συγκεκριμένα στις πειραματικές μελέτες οι συμμετέχοντες κυμάνθηκαν από 20 έως 460 άτομα, ενώ στις περιγραφικές μεταξύ 45 και 4304 ατόμων. Τέλος, στην ανασκόπηση συμπεριλήφθηκαν μελέτες, εκ των οποίων μερικές αξιολογούσαν τη ΦΔ με αντικειμενικά όργανα μέτρησης (π.χ., επιταχυνσιόμετρα) και άλλες με όργανα αυτοαναφοράς (π.χ., ερωτηματολόγια), δημιουργώντας πιθανώς μια διακύμανση στα αποτελέσματα και στην κατεύθυνση αυτών.

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει ορισμένους περιορισμούς, οι οποίοι θα ήταν σκόπιμο να ληφθούν υπόψη σε μελλοντικές ερευνητικές προσπάθειες. Αρχικά, στην αναζήτηση δεν χρησιμοποιήθηκαν ως λέξεις κλειδιά όροι που αφορούσαν τη ΦΔ εντός του σχολικού περιβάλλοντος, όπως «ενεργή τάξη» ή «ενεργό διάλειμμα»

και γενικότερα άλλοι όροι σχετικοί με τη ΦΔ, όπως «κίνηση». Επιπλέον, ένας περιορισμός για τη συγκέντρωση δεδομένων και εργασιών αποτελεί η αναζήτηση δημοσιευμένων μελετών μετά το 2000. Ωστόσο, παρά τους περιορισμούς που παρουσιάζει η συγκεκριμένη ανασκόπηση, αποτελεί μια προσπάθεια να διασαφηνίσει την πολύπλοκη σχέση μεταξύ των ΕΛ και της ΦΔ, τόσο με περιγραφικές έρευνες, όσο και με πειραματικές. Μέσα από την εργασία επιδιώκεται επίσης να προσδιοριστεί η σημαντική σχέση μεταξύ των δύο παραμέτρων, καθώς αυτές συνδέονται με πολλαπλά οφέλη στη ζωή των παιδιών και να μπορέσει τελικά να αξιοποιηθεί και να εφαρμοστεί στο πλαίσιο της ΦΑ αλλά και στις προπονητικές μονάδες των αθλητικών συλλόγων.

Συμπεράσματα

Με βάση όσα προαναφέρθηκαν, παρόλο που ορισμένες περιγραφικές μελέτες εντόπισαν θετική σχέση μεταξύ ΦΔ και ΕΛ, η εικόνα που παρέχουν στο σύνολό τους είναι ασαφής, γεγονός που αποδίδεται στην ποικιλομορφία των ερευνητικών σχεδιασμών τους, η οποία και δυσχεραίνει την απόδοση ενός κοινού ευρήματος. Το ίδιο ισχύει και στις πειραματικές έρευνες, καθώς ακόμα και αν στην πλειοψηφία τους βρήκαν θετική επίδραση της ΦΔ στις ΕΛ, υπήρξαν έρευνες με αντίθετα αποτελέσματα. Ενδεχομένως, η ετερογένεια μεταξύ των ευρημάτων να οφείλεται –μεταξύ άλλων- σε παράγοντες, οι οποίοι συνδέονται με τις δύο αυτές μεταβλητές, όπως η αερόβια ικανότητα, ο ΔΜΣ, η ηλικία, το φύλο, καθώς και το κοινωνικοοικονομικό επίπεδο των συμμετεχόντων.

Από την ανάλυση των ερευνών προέκυψε ότι η συστηματική εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου προγράμματος ΦΔ είναι ίσως αποτελεσματικότερη για τη βελτίωση των ΕΛ σε σχέση με μια μεμονωμένη συνεδρία ΦΔ, διότι έτσι παρέχεται ένα επαρκές ερέθισμα σε διάρκεια, ικανό να προκαλέσει τις επιθυμητές αλλαγές. Η βελτίωση των ΕΛ μπορεί να προέλθει τόσο από προγράμματα με αερόβιες δραστηριότητες, όσο και από προγράμματα με κινητικές και γνωστικές προκλήσεις και παιχνίδια, με τη δεύτερη περίπτωση των προγραμμάτων να φαίνεται ότι είναι ακόμα περισσότερο αποδοτική. Ωστόσο, δεν είναι πλήρως ξεκάθαρο ποιο είδος άσκησης και με ποια ένταση, διάρκεια και συχνότητα μπορεί να επιφέρει τα βέλτιστα αποτελέσματα στις ΕΛ των παιδιών, διότι λίγες έρευνες συγκρίνουν διαφορετικά προγράμματα παρέμβασης. Επίσης, σε κάποιες έρευνες γίνεται φανερό ότι ορισμένες ΕΛ, όπως ο ανασταλτικός έλεγχος, είναι πιο ευαίσθητες και πιο ευμετάβλητες ύστερα από προγράμματα ΦΔ, ενώ επίσης προκύπτει ότι δεν επηρεάζονται εξίσου όλες οι λειτουργίες ύστερα από μια παρέμβαση.

Παρόλα αυτά, από τα παραπάνω διαφαίνεται η σημαντικότητα της συστηματικής συμμετοχής σε οργανωμένη ΦΔ, ακόμα και αν αυτό δεν προκύπτει από το σύνολο των ερευνών που αναλύθηκαν, η οποία θα περιλαμβάνει μια ποικιλία δραστηριοτήτων και γνωστικών προκλήσεων, καθώς φαίνεται πως έχει θετική επίδραση και στον γνωστικό τομέα. Τέλος, κρίνεται απαραίτητη περαιτέρω έρευνα για τη μελέτη τόσο των παραγόντων που ενδεχομένως συνδέονται με τη ΦΔ και τις ΕΛ, όσο και των στοιχείων που διαμορφώνουν τον σχεδιασμό της παρέμβασης (π.χ. συχνότητα, διάρκεια, ένταση, είδος) έτσι, ώστε να προσδιοριστεί ο καλύτερος και ιδανικότερος συνδυασμός τους προς όφελος των συμμετεχόντων.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Aadland, K. N., Moe, V. F., Aadland, E., Anderssen, S. A., Resaland, G. K., & Ommundsen, Y. (2017). Relationships between physical activity, sedentary time, aerobic fitness, motor skills and executive function and academic performance in children. *Mental Health and Physical Activity, 12*, 10-18.
- Alloway, T. P., & Alloway, R. G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology, 106*(1), 20-29.

- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuospatial short-term and working memory in children: Are they separable? *Child Development*, 77(6), 1698-1716.
- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, 8(2), 71-82.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556-559.
- Ballester, R., Huertas, F., Pablos-Abella, C., Llorens, F., & Pesce, C. (2019). Chronic participation in externally paced, but not self-paced sports is associated with the modulation of domain-general cognition. *European Journal of Sport Science*, 19(8), 1110-1119.
- Becker, M. G., Isaac, W., & Hynd, G. W. (1987). Neuropsychological development of nonverbal behaviors attributed to "frontal lobe" functioning. *Developmental Neuropsychology*, 3(3-4), 275-298.
- Berlin, L., & Bohlin, G. (2002). Response inhibition, hyperactivity, and conduct problems among preschool children. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 31(2), 242-251.
- Best, J. R. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review*, 30(4), 331-351.
- Best, J. R., Miller, P. H., & Jones, L. L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Developmental Review*, 29(3), 180-200.
- Best, J. R., Miller, P. H., & Naglieri, J. A. (2011). Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learning and Individual Differences*, 21(4), 327-336.
- Bianco, V., Di Russo, F., Perri, R. L., & Berchicci, M. (2017). Different proactive and reactive action control in fencers' and boxers' brain. *Neuroscience*, 343, 260-268.
- Blair, C., & Diamond, A. (2008). Biological processes in prevention and intervention: The promotion of self-regulation as a means of preventing school failure. *Development and Psychopathology*, 20(3), 899-911.
- Boddy, L. M., Murphy, M. H., Cunningham, C., Breslin, G., Fowweather, L., Gobbi, R., ... & Stratton, G. (2014). Physical activity, cardiorespiratory fitness, and clustered cardiometabolic risk in 10-to 12-year-old school children: The REACH Y6 study. *American Journal of Human Biology*, 26(4), 446-451.
- Bull, R., Espy, K. A., & Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 205-228.
- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19(3), 273-293.
- Burris, K., Liu, S., & Appelbaum, L. (2020). Visual-motor expertise in athletes: Insights from semiparametric modelling of 2317 athletes tested on the Nike SPARQ Sensory Station. *Journal of Sports Sciences*, 38(3), 320-329.
- Castelli, D. M., Hillman, C. H., Hirsch, J., Hirsch, A., & Drollette, E. (2011). FIT Kids: Time in target heart zone and cognitive performance. *Preventive Medicine*, 52, S55-S59.
- Cepeda, N. J., Kramer, A. F., & Gonzalez de Sather, J. (2001). Changes in executive control across the life span: examination of task-switching performance. *Developmental Psychology*, 37(5), 715.
- Chaddock-Heyman, L., Erickson, K. I., Voss, M., Knecht, A., Pontifex, M. B., Castelli, D., ... & Kramer, A. (2013). The effects of physical activity on functional MRI activation associated with cognitive control in children: A randomized controlled intervention. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 72.
- Chan, J. S., Wong, A. C., Liu, Y., Yu, J., & Yan, J. H. (2011). Fencing expertise and physical fitness enhance action inhibition. *Psychology of Sport and Exercise*, 12(5), 509-514.
- Chelune, G. J., & Baer, R. A. (1986). Developmental norms for the Wisconsin Card Sorting test. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 8(3), 219-228.
- Collins, A., & Koechlin, E. (2012). Reasoning, learning, and creativity: Frontal lobe function and human decision-making. *PLoS Biology*, 10(3), e1001293.
- Crone, E. A., Wendelken, C., Donohue, S., van Leijenhorst, L., & Bunge, S. A. (2006). Neurocognitive development of the ability to manipulate information in working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(24), 9315-9320.

- Crova, C., Struzzolino, I., Marchetti, R., Masci, I., Vannozzi, G., Forte, R., & Pesce, C. (2014). Cognitively challenging physical activity benefits executive function in overweight children. *Journal of Sports Sciences*, 32(3), 201-211.
- Cushman, F., Young, L., & Hauser, M. (2006). The role of conscious reasoning and intuition in moral judgment: Testing three principles of harm. *Psychological Science*, 17(12), 1082-1089.
- Dania, A., Kaioglou, V., & Venetsanou, F. (2020). Validation of the Canadian assessment of physical literacy for Greek children: Understanding assessment in response to culture and pedagogy. *European Physical Education Review*, 26(4), 903-919.
- Davis, C. L., Tkacz, J. P., Tomporowski, P. D., & Bustamante, E. E. (2015). Independent associations of organized physical activity and weight status with children's cognitive functioning: A matched-pairs design. *Pediatric Exercise Science*, 27(4), 477-487.
- Davis, C. L., Tomporowski, P. D., McDowell, J. E., Austin, B. P., Miller, P. H., Yanasak, N. E., ... & Naglieri, J. A. (2011). Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: A randomized, controlled trial. *Health Psychology*, 30(1), 91.
- Di Russo, F., Bultrini, A., Brunelli, S., Delussu, A. S., Polidori, L., Taddei, F., ... & Spinelli, D. (2010). Benefits of sports participation for executive function in disabled athletes. *Journal of Neurotrauma*, 27(12), 2309-2319.
- Diamond, A. (2006). The early development of executive functions. In E. Bialystok & F. I. M. Craik (Eds.), *Lifespan cognition: Mechanisms of change* (pp.70-95). USA: Oxford University Press.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168.
- Diamond, A., & Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 18, 34-48.
- Egger, F., Benzing, V., Conzelmann, A., & Schmidt, M. (2019). Boost your brain, while having a break! The effects of long-term cognitively engaging physical activity breaks on children's executive functions and academic achievement. *PloS ONE*, 14(3), e0212482.
- Egger, F., Conzelmann, A., & Schmidt, M. (2018). The effect of acute cognitively engaging physical activity breaks on children's executive functions: Too much of a good thing? *Psychology of Sport and Exercise*, 36, 178-186.
- Fisher, A., Boyle, J. M., Paton, J. Y., Tomporowski, P., Watson, C., McColl, J. H., & Reilly, J. J. (2011). Effects of a physical education intervention on cognitive function in young children: Randomized controlled pilot study. *BMC Pediatrics*, 11(1), 97.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Knight, C., & Stegmann, Z. (2004). Working memory skills and educational attainment: Evidence from national curriculum assessments at 7 and 14 years of age. *Applied Cognitive Psychology*, 18(1), 1-16.
- Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., & Mangun, G. R. (2009). Learning and memory. *Cognitive Neuroscience: The Biology of the Mind*, 312-363.
- Haapala, E. A. (2013). Cardiorespiratory fitness and motor skills in relation to cognition and academic performance in children—A review. *Journal of Human Kinetics*, 36(1), 55-68.
- Hale, S., Bronik, M. D., & Fry, A. F. (1997). Verbal and spatial working memory in school-age children: Developmental differences in susceptibility to interference. *Developmental Psychology*, 33(2), 364.
- Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Castelli, D. M., Khan, N. A., Raine, L. B., Scudder, M. R., ... & Kamijo, K. (2014). Effects of the FIT Kids randomized controlled trial on executive control and brain function. *Pediatrics*, 134(4), e1063-e1071.
- Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Raine, L. B., Castelli, D. M., Hall, E. E., & Kramer, A. F. (2009). The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience*, 159(3), 1044-1054.
- Howie, E. K., Schatz, J., & Pate, R. R. (2015). Acute effects of classroom exercise breaks on executive function and math performance: A dose-response study. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 86(3), 217-224.
- Huizinga, M., Dolan, C. V., & van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 44(11), 2017-2036.
- Ionescu, T. (2012). Exploring the nature of cognitive flexibility. *New Ideas in Psychology*, 30, 190-200.
- Ishihara, T., Sugasawa, S., Matsuda, Y., & Mizuno, M. (2017). Improved executive functions in 6-12-year-old children following cognitively engaging tennis lessons. *Journal of Sports Sciences*, 35(20), 2014-2020.

- Jacob, R., & Parkinson, J. (2015). The potential for school-based interventions that target executive function to improve academic achievement: A review. *Review of Educational Research, 85*(4), 512-552.
- Jacobson, J., & Matthaues, L. (2014). Athletics and executive functioning: How athletic participation and sport type correlate with cognitive performance. *Psychology of Sport and Exercise, 15*(5), 521-527.
- Jäger, K., Schmidt, M., Conzelmann, A., & Roebbers, C. M. (2014). Cognitive and physiological effects of an acute physical activity intervention in elementary school children. *Frontiers in Psychology, 5*, 1473.
- Jäger, K., Schmidt, M., Conzelmann, A., & Roebbers, C. M. (2015). The effects of qualitatively different acute physical activity interventions in real-world settings on executive functions in preadolescent children. *Mental Health and Physical Activity, 9*, 1-9.
- Jemaa, H. B., Mankai, A., Mahjoub, F., Kortobi, B., Khelifi, S., Draoui, J., ... & El Hamdouchi, A. (2018). Physical activity level assessed by accelerometer and paq-c in Tunisian children. *Annals of Nutrition and Metabolism, 73*(3), 234-240.
- Kaioglou, V., Dania, A., & Venetsanou, F. (2020). How physically literate are children today? A baseline assessment of Greek children 8-12 years of age. *Journal of Sports Sciences, 38*(7), 741-750.
- Kamijo, K., Pontifex, M. B., O'Leary, K. C., Scudder, M. R., Wu, C. T., Castelli, D. M., & Hillman, C. H. (2011). The effects of an afterschool physical activity program on working memory in preadolescent children. *Developmental Science, 14*(5), 1046-1058.
- Koutsandreu, F., Wegner, M., Niemann, C., & Budde, H. (2016). Effects of motor versus cardiovascular exercise training on children's working memory. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 48*(6), 1144-1152.
- Krenn, B., Finkenzeller, T., Würth, S., & Amesberger, G. (2018). Sport type determines differences in executive functions in elite athletes. *Psychology of Sport and Exercise, 38*, 72-79.
- Krikorian, R., & Bartok, J. A. (1998). Developmental data for the Porteus maze test. *The Clinical Neuropsychologist, 12*(3), 305-310.
- Kristensen, P. L., Korsholm, L., Møller, N. C., Wedderkopp, N., Andersen, L. B., & Froberg, K. (2008). Sources of variation in habitual physical activity of children and adolescents: the European youth heart study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 18*(3), 298-308.
- Levin, H. S., Culhane, K. A., Hartmann, J., Evankovich, K., Mattson, A. J., Harward, H., ... & Fletcher, J. M. (1991). Developmental changes in performance on tests of purported frontal lobe functioning. *Developmental Neuropsychology, 7*(3), 377-395.
- Lezak, D.M., Howieson, D.B., Bigler, E.D., & Tranel, D. (2012). *Neuropsychological assessment*. New York, NY: Oxford University Press.
- Luciana, M., Conklin, H. M., Hooper, C. J., & Yarger, R. S. (2005). The development of nonverbal working memory and executive control processes in adolescents. *Child Development, 76*(3), 697-712.
- Ludyga, S., Gerber, M., Pühse, U., Looser, V. N., & Kamijo, K. (2020). Systematic review and meta-analysis investigating moderators of long-term effects of exercise on cognition in healthy individuals. *Nature Human Behaviour, 1*-10.
- Lundgren, T., Högman, L., Näslund, M., & Parling, T. (2016). Preliminary investigation of executive functions in elite ice hockey players. *Journal of Clinical Sport Psychology, 10*(4), 324-335.
- Mala, J., McGarry, J., Riley, K. E., Lee, E. C. H., & DiStefano, L. (2020). The relationship between physical activity and executive functions among youth in low-income urban schools in the Northeast and Southwest United States. *Journal of Sport and Exercise Psychology, 42*(4), 292-306.
- Mamrot, P., & Hanć, T. (2019). The association of the executive functions with overweight and obesity indicators in children and adolescents: A literature review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 107*, 59-68.
- Mistry, S. K., & Puthussery, S. (2015). Risk factors of overweight and obesity in childhood and adolescence in South Asian countries: A systematic review of the evidence. *Public Health, 129*(3), 200-209.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology, 41*(1), 49-100.
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., ... & Sears, M. R. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 108*(7), 2693-2698.

- Mora-Gonzalez, J., Esteban-Cornejo, I., Cadenas-Sanchez, C., Migueles, J. H., Molina-Garcia, P., Rodriguez-Ayllon, M., ... & Ortega, F. B. (2019). Physical fitness, physical activity, and the executive function in children with overweight and obesity. *The Journal of Pediatrics*, 208, 50-56.
- Pelegrina, S., Lechuga, M. T., García-Madruga, J. A., Elosúa, M. R., Macizo, P., Carreiras, M., ... & Bajo, M. T. (2015). Normative data on the n-back task for children and young adolescents. *Frontiers in Psychology*, 6, 1544.
- Pesce, C., & Audiffren, M. (2011). Does acute exercise switch off switch costs? A study with younger and older athletes. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 33(5), 609-626.
- Pesce, C., Crova, C., Cereatti, L., Casella, R., & Bellucci, M. (2009). Physical activity and mental performance in preadolescents: Effects of acute exercise on free-recall memory. *Mental Health and Physical Activity*, 2(1), 16-22.
- Pesce, C., Masci, I., Marchetti, R., Vazou, S., Sääkslahti, A., & Tomporowski, P. D. (2016). Deliberate play and preparation jointly benefit motor and cognitive development: Mediated and moderated effects. *Frontiers in Psychology*, 7, 349.
- Pindus, D. M., Drollette, E. S., Raine, L. B., Kao, S. C., Khan, N., Westfall, D. R., ... & Kramer, A. F. (2019). Moving fast, thinking fast: The relations of physical activity levels and bouts to neuroelectric indices of inhibitory control in preadolescents. *Journal of Sport and Health Science*, 8(4), 301-314.
- Pindus, D. M., Drollette, E. S., Scudder, M. R., Khan, N. A., Raine, L. B., Sherar, L. B., ... & Hillman, C. H. (2016). Moderate-to-vigorous physical activity, indices of cognitive control, and academic achievement in preadolescents. *The Journal of Pediatrics*, 173, 136-142.
- Pirrie, A. M., & Lodewyk, K. R. (2012). Investigating links between moderate-to-vigorous physical activity and cognitive performance in elementary school students. *Mental Health and Physical Activity*, 5(1), 93-98.
- Pneumatikos, D., & Trikkalotis, I. (2013). Intraindividual differences in executive functions during childhood: The role of emotions. *Journal of Experimental Child Psychology*, 115(2), 245-261.
- Policastro, F., Accardo, A., Marcovich, R., Pelamatti, G., & Zoia, S. (2018). Relation between motor and cognitive skills in Italian basketball players aged between 7 and 10 years old. *Sports*, 6(3), 80.
- Pontifex, M. B., Raine, L. B., Johnson, C. R., Chaddock, L., Voss, M. W., Cohen, N. J., ... & Hillman, C. H. (2011). Cardiorespiratory fitness and the flexible modulation of cognitive control in preadolescent children. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(6), 1332-1345.
- Schmidt, M., Jäger, K., Egger, F., Roebbers, C. M., & Conzelmann, A. (2015). Cognitively engaging chronic physical activity, but not aerobic exercise, affects executive functions in primary school children: A group-randomized controlled trial. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 37(6), 575-591.
- Stein, M., Auerswald, M., & Ebersbach, M. (2017). Relationships between motor and executive functions and the effect of an acute coordinative intervention on executive functions in kindergartners. *Frontiers in Psychology*, 8, 859.
- Syväoja, H. J., Tammelin, T. H., Ahonen, T., Kankaanpää, A., & Kantomaa, M. T. (2014). The associations of objectively measured physical activity and sedentary time with cognitive functions in school-aged children. *PLoS ONE*, 9(7).
- Tomporowski, P. D., Davis, C. L., Lambourne, K., Gregoski, M., & Tkacz, J. (2008). Task switching in overweight children: Effects of acute exercise and age. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 30(5), 497-511.
- Tremblay, M. S., Longmuir, P. E., Barnes, J. D., Belanger, K., Anderson, K. D., Bruner, B., ... & Kolen, A. M. (2018). Physical literacy levels of Canadian children aged 8–12 years: Descriptive and normative results from the RBC Learn to Play–CAPL project. *BMC Public Health*, 18(2), 1036.
- Tylor, A., & Faulkner, G. (2008). Mental health and physical activity. *Inaugural Editorial*, 1, 1-8.
- van den Berg, V., Saliassi, E., de Groot, R. H., Chinapaw, M. J., & Singh, A. S. (2019). Improving cognitive performance of 9–12 years old children: Just dance? A randomized controlled trial. *Frontiers in Psychology*, 10, 174.
- van der Niet, A. G., Smith, J., Oosterlaan, J., Scherder, E. J., Hartman, E., & Visscher, C. (2016). Effects of a cognitively demanding aerobic intervention during recess on children's physical fitness and executive functioning. *Pediatric Exercise Science*, 28(1), 64-70.
- van der Niet, A. G., Smith, J., Scherder, E. J., Oosterlaan, J., Hartman, E., & Visscher, C. (2015). Associations between daily physical activity and executive functioning in primary school-aged children. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(6), 673-677.
- Vaughan, L., & Giovanello, K. (2010). Executive function in daily life: Age-related influences of executive processes on instrumental activities of daily living. *Psychology and Aging*, 25(2), 343.

- Vazou, S., Klesel, B., Lakes, K. D., & Smiley, A. (2020). Rhythmic physical activity intervention: Exploring feasibility and effectiveness in improving motor and executive function skills in children. *Frontiers in Psychology, 11*, 2392.
- Vazou, S., Pesce, C., Lakes, K., & Smiley-Oyen, A. (2019). More than one road leads to Rome: A narrative review and meta-analysis of physical activity intervention effects on cognition in youth. *International Journal of Sport and Exercise Psychology, 17*(2), 153-178.
- Vestberg, T., Gustafson, R., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2012). Executive functions predict the success of top-soccer players. *PLoS ONE, 7*(4), e34731.
- Vestberg, T., Reinebo, G., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2017). Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. *PLoS ONE, 12*(2).
- Wang, C. H., Chang, C. C., Liang, Y. M., Shih, C. M., Chiu, W. S., Tseng, P., ... & Juan, C. H. (2013). Open vs. closed skill sports and the modulation of inhibitory control. *PLoS ONE, 8*(2).
- Wang, C. H., Liang, W. K., & Moreau, D. (2020). Differential modulation of brain signal variability during cognitive control in athletes with different domains of expertise. *Neuroscience, 425*, 267-279.
- Welsh, M. C., Pennington, B. F., & Groisser, D. B. (1991). A normative-developmental study of executive function: A window on prefrontal function in children. *Developmental Neuropsychology, 7*(2), 131-149.
- World Health Organization (WHO) (2020). *WHO Guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. In World Health Organization. Retrieved from: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/325147/WHO-NMH-PND-2019.4eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttps://www.who.int/iris/handle/10665/311664%0Ahttps://apps.who.int/iris/handle/10665/325147>.
- Zeng, X., Cai, L., Wong, S. H. S., Lai, L., Lv, Y., Tan, W., ...& Chen, Y. (2020). Association of sedentary time and physical activity with executive function among children. *Academic Pediatrics, 21*(1), 63-69.

Παράρτημα

Πίνακας 1. Περιγραφικές ερευνητικές μελέτες για τη σχέση φυσικής δραστηριότητας και επιτελικών λειτουργιών σε παιδιά σχολικής ηλικίας

| Συγγραφείς | Συμμετέχοντες | ΕΛ | Αποτελέσματα |
|------------|---------------|----|--------------|
|------------|---------------|----|--------------|

| | (ηλικία) | | |
|---|--------------------|------------------------|---|
| Μελέτες καταγραφής της ΦΔ με υποκειμενικό τρόπο (ερωτηματολόγια) | | | |
| Zeng et al., 2020 | N=4304 (r=6-12) | ΕΛ | - σχέση ΚΧ- ΕΛ + σχέση ΦΔ- ΕΛ |
| Davis et al., 2015 | N=45 (r=7-11) | ΜΕ, σχεδιασμός | +σχέση ΦΔ-σχεδιασμού |
| Mala et al., 2020 | N=149 (r=5η-8η) | ΑΕ, ΓΕ, ΜΕ, | +σχέση ΦΔ-ΜΕ μόνο |
| Μελέτες καταγραφής της ΦΔ με αντικειμενικό τρόπο (επιταχυσιόμετρα) | | | |
| Pindus et al., 2016 | N=74 (r= 7-9) | ΑΕ, ΜΕ | Απουσία σχέσης ΦΔ-ΕΛ |
| Pindus et al., 2019 | N=75 (r=8-10) | ΑΕ | Απουσία σχέσης ΦΔ-ΑΕ |
| Aadland et al., 2017 | N=697 (M=10.2) | ΑΕ, ΓΕ, ΜΕ | Απουσία σχέσης ΦΔ και ΕΛ |
| Mora-Gonzalez et al., 2019 | N=100 (M=10.1) | ΑΕ, ΓΕ, σχεδιασμός | Απουσία σχέσης ΦΔ και ΕΛ |
| van der Niet et al., 2015 | N=80 (r=8-12) | ΑΕ, ΓΕ, ΜΕ, σχεδιασμός | +σχέση ΦΔ-σχεδιασμού, -σχέση ΚΧ -ΑΕ |
| Syväoja et al., 2014 | N=224 (M=12.2) | ΑΕ, ΓΕ, ΜΕ | + σχέση ΦΔ-ΑΕ |
| Policastro et al., 2018 | N=75 (r=7-11) | ΑΕ, ΓΕ | Καλύτεροι οι αθλητές καλαθοσφαίρισης σε σχέση με τις νόρμες |

ΑΕ: Ανασταλτικός Έλεγχος, ΓΕ: Γνωστική Ευελιξία, ΜΕ: Μνήμη Εργασίας,

ΚΧ: Καθιστικός χρόνος, ΦΔ: Φυσική Δραστηριότητα, + σχέση: θετική σχέση,

- σχέση: αρνητική σχέση, r:εύρος τιμών, M: μέση τιμή

Πίνακας 2. Πειραματικές ερευνητικές μελέτες για τη σχέση φυσικής δραστηριότητας και επιτελικών λειτουργιών σε παιδιά σχολικής ηλικίας

| | Συγγραφείς | Συμμετέχοντες (Ηλικία) | Σχεδιασμός | ΕΛ | Αποτελέσματα |
|--|--|------------------------|---|------------|---|
| Προγράμματα οργανωμένης ΦΑ κατά τη διάρκεια του σχολικού ωραρίου | Ανάπτυξη ΕΛ μέσω του μαθήματος ΦΑ | | | | |
| | Pirrie & Lodewyk, 2012 | N=40 (Δ΄ Δημοτικού) | Μέτρηση μετά από 1 ώρα σε καθιστή θέση και μετά από μάθημα ΦΑ | Σχεδιασμός | Βελτίωση σχεδιασμού μετά τη ΦΑ |
| | Pesce et al., 2009 | N=52 (r=11-12) | Επίδραση ΦΑ στη μνήμη, Μετά από α) κυκλική, β)ομαδικά παιχνίδια, γ) χωρίς ΦΑ, 1 συνεδρία | ΜΕ | Βελτίωση ΜΕ μετά τη ΦΑ, δηλαδή α, β > γ και β > α |
| | Fisher et al., 2011 | N=64 (r=6-2) | ΠΟ αερόβιο πρόγραμμα ΦΑ, ΟΕ τυπικό πρόγραμμα ΦΑ, 10 εβδομάδες | ΑΕ, ΜΕ | ΠΟ>ΟΕ |
| | Schmidt et al., 2015 | N=181 (r=10-12) | 2 προγράμματα παρέμβασης ΦΑ (ΠΟ1 ομαδικά ΠΟ2 αερόβια, ΟΕ), 6 εβδομάδες | ΑΕ, ΓΕ | ΓΕ: ΠΟ1> ΠΟ2, ΟΕ ΑΕ: όχι διαφορές |
| | Pesce et al., 2016 | N=460 (r=5-10) | ΠΟ ενισχυμένη ΦΑ, ΟΕ τυπικό πρόγραμμα ΦΑ, 6 μήνες, | ΑΕ,ΜΕ | ΑΕ:ΠΟ> ΟΕ ΜΕ: όχι διαφορές |
| | Crova et al., 2014 | N=70 (r=9-10) | ΠΟ ενισχυμένο πρόγραμμα ΦΑ + 2 ώρες προπόνηση, ΟΕ τυπικό πρόγραμμα ΦΑ, 6 μήνες | ΑΕ, ΜΕ | ΠΟ>ΟΕ |
| Προγράμματα οργανωμένης ΦΑ κατά τη διάρκεια του σχολικού ωραρίου | Ανάπτυξη ΕΛ μέσω διαλειμμάτων ΦΑ στη σχολική τάξη | | | | |
| | Howie et al., 2015 | N=96 (r=9-12) | Διαλείματα ΦΔ, 1 συνεδρία 5', 10', 20', ΟΕ | ΓΕ, ΜΕ | Απουσία διαφορών |
| | Egger et al., 2018 | N=226 (r=7-9) | Διαλείματα ΦΔ 1 συνεδρία 20' ΦΔ(συμμετοχή/μη) Γνωστική εμπλοκή (χαμηλή/υψηλή) | ΑΕ, ΓΕ, ΜΕ | ΑΕ, ΜΕ: απουσία διαφορών ΓΕ: χειρότερη μετά την υψηλή γνωστική εμπλοκή |
| | Egger et al., 2019 | N=142 (r=7-9) | Διαλείματα ΦΔ, 2 φορές/ημέρα, 10' ΦΔ (συμμετοχή/μη) Γνωστική εμπλοκή (χαμηλή/υψηλή) 20 εβδομάδες, | ΑΕ, ΓΕ, ΜΕ | ΓΕ: Βελτίωση μόνο στην ομάδα με ΦΔ και υψηλή γνωστική εμπλοκή |
| | Van den Berg et al., 2019 | N= 512 (M=9.2) | Διαλείματα ΦΔ, 9 μήνες, 1 φορά/ημέρα 10' | ΑΕ, ΜΕ | Απουσία διαφορών |

| Ανάπτυξη των ΕΛ με προγράμματα μελέτης της επίδρασης της οργανωμένης εξωσχολικής ΦΔ | | | | |
|---|------------------------------|--------------------------------|---|--|
| Προγράμματα οργανωμένης ΦΔ μετά το σχολικό ωράριο | Jager et al., 2014 | N=104 (r=6-8) | ΠΟ 1 συνεδρία ΦΔ 20', ΟΕ, Μετρήσεις πριν, μετά και 40' μετά | ΑΕ, ΓΕ, ΜΕ ΑΕ: βελτίωση ΜΕ, ΓΕ: Απουσία διαφορών |
| | Jager et al., 2015 | N=219 (r=10-12) | 4 συνεδρίες 20', (με/χωρίς ΦΔ, & γνωστική εμπλοκή) | ΑΕ, ΓΕ ΜΕ Απουσία διαφορών |
| | Hilliman et al., 2009 | N= 20 (M=9.5) | Επίδραση ΦΔ μετά από 1 συνεδρία 20' | ΑΕ ΑΕ: Βελτίωση |
| | Tomporowski et al., 2008 | N=69 (M=9.2) | 1η συνεδρία ΦΔ 23', 2η συνεδρία 60' όχι άσκηση | ΓΕ Απουσία διαφορών |
| | Best, 2011 | N=33 (r=6-10) | 4 συνεδρίες (με/χωρίς ΦΔ & γνωστικές προκλήσεις) | ΑΕ ΑΕ: Βελτίωση |
| Προγράμματα οργανωμένης ΦΔ μετά το σχολικό ωράριο | Vazou et al., 2020 | N=39 (r=6-11) | 2 προγράμματα παρέμβασης 1) ΦΔ 2) ρυθμού, 7 εβδομάδες | ΑΕ, ΓΕ, ΜΕ ΑΕ, ΓΕ, ΜΕ: βελτίωση και στα 2 |
| | Davis et al., 2011 | N=171 (r=7-11) | Πρόγραμμα ΦΔ (ΠΟ1 20', ΠΟ2 40', ΟΕ), 3 μήνες | Σχεδιασμός Σχεδιασμός: βελτίωση στις ΠΟ1, ΠΟ2 |
| | Koutsandreu et al., 2016 | N=71 (M=9.4) | ΠΟ1 κινητικές ασκήσεις, ΠΟ2 αερόβιο, ΟΕ, 10 εβδομάδες | ΜΕ ΜΕ: βελτίωση ΠΟ1, ΠΟ2, ΠΟ1>ΠΟ2 |
| | Castelli et al., 2011 | N=59 (M=8.79) | Πρόγραμμα ΦΔ 9 μηνών | ΑΕ Έντονη ΦΔ θετική σχέση με ΑΕ |
| | Hillman et al., 2014 | N=221 (r=7-9) | Πρόγραμμα ΦΔ 9 μηνών | ΑΕ ΑΕ: Βελτίωση |
| | Kamijo et al., 2011 | N=43 (r=7-9) | Πρόγραμμα ΦΔ 9 μηνών (ΠΟ, ΟΕ) | ΜΕ ΠΟ>ΟΕ |
| | Chaddock-Heyman et al., 2013 | N=23 (r=8-9), N=24 (M=22.5) | Πρόγραμμα ΦΔ 9 μηνών (ΠΟ, ΟΕ) | ΑΕ ΠΟ>ΟΕ |
| | Van de Niet et al., 2016 | N=105 (r=8-12) | Αερόβιο πρόγραμμα ΦΔ, 22 εβδομάδες | ΑΕ, ΓΕ, ΜΕ Σχεδιασμός ΑΕ, ΜΕ: βελτίωση ΓΕ, σχεδιασμός: όχι διαφορές |
| Ishihara et al., 2017 | N=40 (r=6-12) | Προπόνηση αντισφαίρισης | ΑΕ, ΜΕ Όσο μειωνόταν η ΦΔ χειροτέρευε η επίδοση στις ΕΛ | |

ΑΕ: Ανασταλτικός Έλεγχος, ΓΕ: Γνωστική Ευελιξία, ΜΕ: Μνήμη Εργασίας, ΚΧ: Καθιστικός χρόνος, ΦΔ: Φυσική Δραστηριότητα, + σχέση: θετική σχέση, - σχέση: αρνητική σχέση, ΠΟ: Πειραματική Ομάδα, ΟΕ: Ομάδα Ελέγχου, ΦΑ: Φυσική Αγωγή, r:εύρος τιμών, M: μέση τιμή