



### Έλεγχος των Βιομηχανικών Χαρακτηριστικών της Δεξιότητας Προσγείωσης σε Παιδιά με Διαφορετικό Επίπεδο Κινητικής Συναρμογής

Ερμιόνη Καταρτζή, Ευαγγελία Γκαντήραγα, Φωτεινή Αραμπατζή, & Χρήστος Παπαδόπουλος  
ΤΕΦΑΑ Σερρών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

#### Περίληψη

Σκοποί της παρούσας εργασίας ήταν α) να μελετηθούν οι μεταβλητές (δυναμικές, κινηματικές) που επηρεάζουν σημαντικά το μέγεθος της μέγιστης κατακόρυφης δύναμης αντίδρασης του εδάφους ( $\Sigma\Delta_{\max}$ ), όταν τα παιδιά προσγειώνονται με τα δύο πόδια μετά από πτώση από ύψος, και β) να προσδιοριστούν οι διαφορές, σε ότι αφορά στα δυναμικά και κινηματικά χαρακτηριστικά μεταξύ παιδιών διαφορετικού επιπέδου κινητικής συναρμογής κατά την εκτέλεση της δεξιότητας της προσγείωσης με τα δύο πόδια, μετά από πτώση από ύψος 20 εκατοστών. Αξιολογήθηκαν 132 35 παιδιά, 7-9 ετών με το Movement Assessment Battery for Children (Henderson & Sugden, 1992). Από αυτά, 9 παιδιά εμφάνισαν προβλήματα κινητικής συναρμογής, και αποτέλεσαν την ομάδα ΟΠΚΣ (Βάρος:  $37.22 \pm 6.3$  Kg, Ύψος:  $142.22 \pm 3.46$  cm). Επιπλέον, 9 παιδιά με τυπική συναρμογή αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου (ΟΕ, Βάρος:  $35.83 \pm 7.9$  Kg, Ύψος:  $141.44 \pm 7.67$  cm). Όλα τα παιδιά βιντεοσκοπήθηκαν (Panasonic PV-900, 60 Hz) κατά την εκτέλεση προσγειώσεων με τα δύο πόδια, μετά από πτώση από ύψος 20 cm, πάνω σε ένα δυναμοδάπεδο Kistler (Type 9281CA, 1000Hz). Οι μεταβλητές που αξιολογήθηκαν ήταν, η σχετική ως προς το σωματικό βάρος κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης του εδάφους κατά την πρώτη επαφή ( $\Sigma\Delta_1 = F_{z-1} / \Sigma B$ ), η σχετική ως προς το σωματικό βάρος μέγιστη κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης του εδάφους ( $\Sigma\Delta_{\max} = F_{z\max} / \Sigma B$ ), ο χρόνος έως την επίτευξη της  $F_{z\max}$  ( $t_{Fz\max}$ ), ο χρόνος προσγείωσης ( $t_{\text{προσγ}}$ ), καθώς και οι γωνιακές μετατοπίσεις των αρθρώσεων της ποδοκνημικής ( $\Delta\phi_{\Pi}$ ), του γονάτου ( $\Delta\phi_{\Gamma}$ ) και του ισχίου ( $\Delta\phi_{\iota}$ ), κατά την προσγείωση. Στα αποτελέσματα, από την ανάλυση πολλαπλής συσχέτισης (Pearson's correlation coefficients) εντοπίστηκαν σημαντικές αρνητικές συσχετίσεις μεταξύ της  $\Sigma\Delta_{\max}$  και των χρόνων  $t_{Fz\max}$  και  $t_{\text{προσγ}}$  ( $p < .05$ ) καθώς επίσης και σημαντικές θετικές συσχετίσεις μεταξύ του  $t_{\text{προσγ}}$  και των γωνιακών μετατοπίσεων των αρθρώσεων του γονάτου ( $\Delta\phi_{\Gamma}$ ), και του ισχίου ( $\Delta\phi_{\iota}$ ), ( $p < .001$ ). Από την ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης φάνηκε ότι κανένα από τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν δεν κατάφεραν να προβλέψουν σε αποδεκτό βαθμό την  $\Sigma\Delta_{\max}$ . Παρόλα αυτά, η αρνητική συσχέτιση των μεταβλητών με την  $\Sigma\Delta_{\max}$  δείχνει ότι υψηλές τιμές της δύναμης αντίδρασης του εδάφους σχετίζονται με σύντομο χρόνο επίτευξης της  $F_{z\max}$  και περιορισμένη κίνηση στην άρθρωση του γονάτου ( $\Delta\phi_{\Gamma}$ ). Από την ανάλυση t-test για ανεξάρτητα δείγματα, φάνηκε στατιστικά σημαντική επίδραση της ομάδας, στη  $\Sigma\Delta_{\max}$  ( $p=.04$ ), στον  $t_{\text{προσγ}}$  ( $p=.001$ ) και στη  $\Delta\phi_{\Gamma}$  ( $p=.03$ ). Συμπερασματικά, προκύπτει ότι τα παιδιά με προβλήματα κινητικής συναρμογής εκτέλεσαν λιγότερο ασφαλείς προσγειώσεις που χαρακτηρίστηκαν από υψηλή δύναμη αντίδρασης του εδάφους, σύντομο χρόνο προσγείωσης και περιορισμένη γωνιακή μεταβολή της άρθρωσης του γονάτου, σε σχέση με τα τυπικά παιδιά. Τα αποτελέσματα έχουν σημαντική εφαρμογή στο σχεδιασμό αποτελεσματικών προγραμμάτων εξάσκησης της δεξιότητας της προσγείωσης, τόσο στο χώρο του σχολείου όσο και στον παιδικό αθλητισμό.

Λέξεις κλειδιά: *κινητική αδεξιότητα, προσγείωση με δύο πόδια από ύψος, κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης του εδάφους, χρόνος προσγείωσης, εύρος κίνησης της άρθρωσης*

## Evaluation of Biomechanical Characteristics of Bilateral Landing in Children with Different Levels of Coordination

Ermioni Katartzi, Eyaggelia Gantiraga, Fotini Arabatzi, & Christos Papadopoulos

Department of Physical Education and Sports Sciences, Aristotle University of Thessaloniki, Serres, Hellas

### Abstract

The purpose of the present study was a) to study the biomechanical characteristics (kinetic and kinematics) which influence the amplitude of maximum vertical ground reaction force ( $F_{zmax}$ ), in bilateral landings in children and b) to examine differences in the kinetic and kinematic characteristics of bilateral landing from 20 cm height, among children with different levels of motor coordination. The Movement Assessment Battery for Children (Henderson & Sugden, 1992) was used to assess the coordination level in 35 children (7-9 years old). Nine children ( $n=9$ ) were reported to have motor coordination problems and formed the motor coordination problems group (MCPG, Body weight:  $37.22 \pm 6.3$  Kg, Body height:  $142.22 \pm 3.46$  cm). Additionally, 9 children with typical coordination comprised the control group (CG, Body weight:  $35.83 \pm 7.9$  Kg, Body height:  $141.44 \pm 7.67$  cm). Groups were videotaped (Panasonic PV-900, 60 Hz) performing bilateral landings, dropping from 20 cm height, on a Kistler force platform (Type 9281CA, 1000Hz). The following kinetic and kinematic variables were assessed: vertical ground reaction force at first contact normalized to body weight, ( $\Sigma\Delta_1 = F_{z-1} / BW$ ), maximum vertical ground reaction force normalized to body weight, ( $\Sigma\Delta_{max} = F_{zmax} / BW$ ), time for the ground reaction force to reach peak  $F_{zmax}$ , ( $t_{Fzmax}$ ), landing time ( $t_{land}$ ), joint range of motion at ankle ( $\Delta\phi_{ankle}$ ), knee ( $\Delta\phi_{knee}$ ) and hip ( $\Delta\phi_{hip}$ ). Pearson's correlation analysis showed significant negative correlations between  $\Sigma\Delta_{max}$  and  $t_{Fzmax}$  and  $t_{land}$  ( $p < .05$ ), respectively, but significant positive correlations between  $t_{land}$  and  $\Delta\phi_{knee}$  and  $\Delta\phi_{hip}$ , ( $p < .001$ ), respectively. Multiple regression analysis was used to predict the maximal vertical ground reaction force by the other variables and the independent samples t-test to examine differences between groups, for all dependent variables ( $p < .05$ ). According to regression analysis, results showed that no model used, was able to effectively predict  $\Sigma\Delta_{max}$ . However, the negative correlation found between variables and  $\Sigma\Delta_{max}$  showed that high values of  $\Sigma\Delta_{max}$  correlated with short  $t_{Fzmax}$  and limited range of motion in the knee joint ( $\Delta\phi_{knee}$ ). Independent samples t-test showed significant effects of the group factor on  $\Sigma\Delta_{max}$  ( $p=.04$ ),  $t_{land}$  ( $p=.001$ ) and  $\Delta\phi_{knee}$  ( $p=.03$ ). In conclusion children with motor coordination problems performed less safe landings, characterized by high vertical ground reaction forces, short landing times and limited knee joint range of motion. Results may be useful in the design of effective programs for the development of landing skill, both in school and sport club settings.

Keywords: *physical awkwardness, bilateral landing pattern form height, vertical ground reaction force, landing time, joint range of motion*

### Εισαγωγή

Η ικανότητα για αποτελεσματική προσγείωση με τα δύο πόδια, είναι βασικής σημασίας για την ασφαλή συμμετοχή των παιδιών σε ποικίλες παιχνιδιές δραστηριότητες. Όταν το παιδί μπορεί να ελέγξει την προσγείωση μετά από πτώση, το κουτσό, την αναπήδηση και το τρέξιμο, η δύναμη κρούσης απορροφάται αποτελεσματικά (Larkin & Parker, 1998). Οι μεγάλες δυνάμεις, οι οποίες αναπτύσσονται στις αρθρώσεις κατά την κρούση, δημιουργούν προϋποθέσεις για τραυματισμούς. Το μέγεθος των δυνάμεων αντίδρασης του εδάφους σε ενήλικες, φαίνεται να αυξάνεται, καθώς η ταχύτητα της κρούσης αυξάνει (McNitt-Gray, 1991). Οι μέγιστες δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους κατά την εκτέλεση μιας απλής προσγείωσης μετά από πτώση από ύψος, αυξάνονται σταδιακά από 3 φορές το σωματικό βάρος (ύψος πτώσης 50 εκ.) μέχρι και 12 φορές το σωματικό βάρος (ύψος πτώσης 2 μ., Gross & Nelson, 1987;

Hyoku, et al., 1984; Nigg, Denoth, & Neukomm, 1981; Valiant & Cavanagh, 1983). Οι στρατηγικές που επιτρέπουν πολλούς βαθμούς ελευθερίας στην κάμψη των αρθρώσεων, κατά τη διάρκεια της προσγείωσης με συγκεκριμένη ταχύτητα κρούσης, έχει υποστηριχθεί ότι είναι αποτελεσματικές για τη μείωση των δυνάμεων κρούσης (Lees, 1981; Nigg, 1985), ενώ βρέθηκε ότι όσο αυξάνεται η ταχύτητα κρούσης, αυξάνεται και το εύρος κάμψης των αρθρώσεων του ποδιού (εκτός της ποδοκνημικής), η γωνιακή τους ταχύτητα και η δύναμη κρούσης (McNitt-Gray, 1991). Αναφορικά με έρευνες σε παιδιά (Kellis, 2001) βρέθηκε ότι κατά την εξέταση της κατανομής πίεσης στο πέλμα σε παιδιά προσχολικής ηλικίας, σε πέντε διαφορετικές συνθήκες (στάση μ' ένα και με δύο πόδια, προσγείωση στο ένα και στα δύο πόδια, μετά από πτώση από ύψος και βάδιση), οι δυνάμεις πίεσης που αναπτύχθηκαν κατά την προσγείωση ήταν υψηλότερες σε σχέση με τις άλλες συνθήκες. Συνεπώς, η δεξιότητα της προσγείωσης για τα παιδιά φαίνεται να αποτελεί μία «επικίνδυνη» για τραυμα-

τισμούς δεξιότητα και συνεπώς απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή και εξάσκηση.

Για να προσγειωθεί με ασφάλεια ένα παιδί πρέπει να προβλέψει τη χρονική διάρκεια και τις εξωτερικές δυνάμεις της προσγείωσης (McKinley & Pelland, 1994) και να είναι σε θέση να παράγει τις κατάλληλες έκκεντρες μυϊκές συστολές, οι οποίες θα επιβραδύνουν την ταχύτητα του σώματος προς τα κάτω και τελικά θα το προστατεύσουν από επικίνδυνες υψηλές τιμές των δυνάμεων αντίδρασης του εδάφους. Η τεχνική που χρησιμοποιούν τα παιδιά κατά την προσγείωση μετά από πτώση, δεν έχει μελετηθεί αρκετά, ενώ έμφαση έχει δοθεί στη φάση προώθησης, παρά στη φάση προσγείωσης (Schot & Dufek, 1993). Με βάση το μοντέλο ανάπτυξης των βασικών κινητικών δεξιοτήτων των Gallahue και Osmun (1995) τα παιδιά κατακτούν το ώριμο στάδιο εκτέλεσης της βασικής δεξιότητας της προσγείωσης στα δύο πόδια μετά από πτώση από ύψος, σε ηλικία περίπου έξι ετών. Αναφέρονται τρεις φάσεις του μοντέλου της δεξιότητας της προσγείωσης μετά από πτώση: η απογείωση, η φάση πτήσης και η προσγείωση. Στην παρούσα έρευνα μελετήθηκαν χαρακτηριστικά που αφορούν στην προσγείωση (φάση στήριξης). Συνεπώς, σύμφωνα με το ώριμο μοντέλο εκτέλεσης της δεξιότητας, το παιδί, θα πρέπει να προσγειώνεται ταυτόχρονα με τα δύο πόδια στο έδαφος, πρώτα με τα ακροδάκτυλα και μετά με τη φτέρνα, τα πέλματα να είναι όσο το άνοιγμα των ώμων και να κάμπιται τα γόνατα και το ισχίο ανάλογα με το ύψος της πτώσης. Ωστόσο, αναφέρονται και τα λάθη τα οποία παρατηρούνται κατά την εκτέλεση της δεξιότητας, και οφείλονται σε αναπτυξιακές δυσκολίες, όπως, η υπερβολική ή καθόλου κλίση του κορμού, η μη ταυτόχρονη προσγείωση στα δύο πόδια, η προσγείωση μ' όλο το πέλμα, η μη επαρκής κάμψη των γονάτων για αποτελεσματική απορρόφηση των δυνάμεων αντίδρασης του εδάφους και η προσγείωση χωρίς έλεγχο (Gallahue & Osmun, 1995).

Το πόσο σωστά και αποτελεσματικά τα παιδιά και ιδιαίτερα αυτά με προβλήματα κινητικής συναρμογής μπορούν να ελέγξουν τη δεξιότητα της προσγείωσης, αποτελεί σημαντικό θέμα διότι, η δυσκολία στη συναρμογή και τον έλεγχο της προσγείωσης, μπορεί να αποτελέσει εκτός από προϋπόθεση για τραυματισμούς των κάτω άκρων (Larkin & Parker, 1998) και λόγο για απομάκρυνση των παιδιών από τη φυσική δραστηριότητα (Bouffard, Watkinson, & Thompson, 1996), με πιθανό επακόλουθο τα χαμηλά επίπεδα στη φυσική τους κατάσταση (O' Beirne, Larkin, & Cable, 1994). Αρκετές έρευνες περιγράφουν τη δεξιότητα της προσγείωσης σε παιδιά (Gervais, 1994; Lees, 1981; McNair & Prapavessis, 1999; Monson, Larkin, & Parker, 1991; Myazaki et al., 1993; Pelland, McKinley, & Beuter, 1990; Tant & Wilkerson, 1990), αλλά είναι περιορι-

σμένες οι αναφορές σε παιδιά με αναπτυξιακά προβλήματα της συναρμογής (Larkin & Hoare, 1992; Larkin, Hoare, Phillips, & Smith, 1988; Larkin & Parker, 1998). Πιο συγκεκριμένα, σε μία έρευνα (Lees, 1981) συγκρίθηκε η προσγείωση στα κατακόρυφα άλματα αγοριών ηλικίας 8-11 ετών, με τα αντίστοιχα ενηλίκων. Οι ενήλικες εκτέλεσαν τις προσγειώσεις σύμφωνα με δύο διαφορετικά μοντέλα, «δυνατά» και «απαλά». Το μοντέλο της «δυνατής» προσγείωσης χαρακτηρίστηκε από υψηλή κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης του εδάφους, μειωμένη κάμψη των αρθρώσεων μετά την κρούση, και ταυτόχρονη επιβράδυνση των μελών των κάτω άκρων. Το μοντέλο της «απαλής» προσγείωσης χαρακτηρίστηκε από μικρότερη κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης, αυξημένη κάμψη των αρθρώσεων κατά τη διάρκεια της στήριξης και σταδιακή επιβράδυνση των μελών των κάτω άκρων. Το συμπέρασμα ήταν ότι, η προσγείωση είναι μία δεξιότητα που δεν είναι καλά αναπτυγμένη στα παιδιά, και κατά συνέπεια δεν μπορούν να εμφανίζουν χαμηλές δυνάμεις αντίδρασης. Επιπρόσθετα, υποστηρίχθηκε ότι, επειδή το μοντέλο της «απαλής» προσγείωσης, σαν δεξιότητα, δεν αποτελεί μέρος της διδασκαλίας κινητικών δεξιοτήτων, και επειδή αρκετοί ενήλικες παρουσιάζουν προβλήματα ελέγχου της δύναμης κατά την προσγείωση, η διδασκαλία της δεξιότητας είναι απαραίτητη για την εκμάθηση της σωστής τεχνικής της δεξιότητας (Lees, 1981). Ωστόσο, οι Tant & Wilkerson (1990) δεν εντόπισαν διαφορές μεταξύ «δυνατών» και «απαλών» προσγειώσεων, σε ένα δείγμα 30 παιδιών, με μέση ηλικία 103 μήνες. Ενώ υποστήριξαν ότι, τα παιδιά πέφτοντας από διαφορετικά ύψη (15, 20, 25 και 30 εκατ.), εμφάνισαν υψηλές κατακόρυφες δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους, οι οποίες αυξάνονταν όσο αυξανόταν και το ύψος από το οποίο έπεφταν, και οι οποίες μειώθηκαν στη δεύτερη προσπάθεια. Πιο συγκεκριμένα, καταγράφηκαν κατακόρυφες δυνάμεις αντίδρασης, οι οποίες κυμάνθηκαν από 2,3 έως 12,1 φορές το βάρος του σώματος, για όλα τα ύψη πτώσης. Επιπλέον, η τιμή για την κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης κατά την προσγείωση με δύο πόδια από ύψος 30 εκ., σε εφήβους, βρέθηκε να είναι μέσα στα προαναφερόμενα όρια, δηλαδή, 4,5 φορές το βάρος του σώματος (McNair et al., 1999). Σε μία άλλη έρευνα στην οποία συμμετείχαν κορίτσια και ενήλικες γυναίκες ηλικίας από 3,5 - 30 έτη και εκτελέστηκαν άλματα με το ένα πόδι (κουτσό), παρατηρήθηκαν αλλαγές στον έλεγχο της παραγωγής δύναμης με την άνοδο της ηλικίας, συνοδευμένες από αυξημένη δυναμική ισορροπία και καλύτερο έλεγχο του κορμού (Monson et al., 1991). Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν και στην έρευνα των Myazaki et al. (1993) στην οποία, συμμετείχαν αγόρια και κορίτσια ηλικίας 6-20 ετών. Βρέθηκε ότι, η μέγιστη κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης ως προς το βάρος του σώματος μειώθηκε με την άνοδο της

ηλικίας, με εξαίρεση την ηλικία των 12-14 ετών. Αυτή η ηλικιακή κατηγορία, εμφάνισε μία παροδική αύξηση, την οποία οι συγγραφείς, συσχετίζουν με τη ραγδαία αύξηση σε ύψος και βάρος και τη μείωση της δύναμης κατά την εφηβεία. Σε συνδυασμό με τη μείωση της μέγιστης δύναμης, ως προς το βάρος του σώματος και την άνοδο της ηλικίας, παρατηρήθηκε και μία μείωση των γωνιών των αρθρώσεων της ποδοκνημικής, του γονάτου, του ισχίου και του κορμού, κατά τη μέγιστη κάμψη του γονάτου. Επιπρόσθετα, με την αύξηση της ηλικίας, παρατηρήθηκε μία αύξηση στο χρόνο που χρειαζόταν να επιτευχθεί η μέγιστη δύναμη. Και πάλι, στα παιδιά ηλικίας 12-14 ετών εμφανίστηκε μία παροδική μείωση του χρόνου επίτευξης της μέγιστης δύναμης. Τα προαναφερόμενα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ηλικία μπορεί να αποτελέσει ένα παράγοντα βελτίωσης του μοντέλου προσγείωσης, ο οποίος από μόνος του δε φαίνεται να είναι επαρκής.

Αναφορικά με τον τρόπο προσγείωσης σε παιδιά που εμφανίζουν προβλήματα κινητικής συναρμογής, έχει παρατηρηθεί ότι εκτελούν τη δεξιότητα της προσγείωσης με ελλιπή έλεγχο του κορμού, με τα πόδια άκαμπτα και με όλο το πέλμα (Larkin & Hoare, 1992). Επιπρόσθετα, οι Larkin et al. (1988), χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της κινηματικής ανάλυσης, υποστήριξαν ότι παιδιά ηλικίας 9-11 ετών με προβλήματα κινητικής συναρμογής εμφάνισαν μείωση στο εύρος κίνησης του ισχίου, του γονάτου και της ποδοκνημικής κατά την προσγείωση, μετά από ένα ψηλό άλμα μ' ένα πόδι (κουτσό), σε σχέση με τα τυπικά παιδιά. Σε μία μεταγενέστερη έρευνα (Larkin & Parker, 1998), η οποία μελέτησε τα δυναμικά και κινηματικά χαρακτηριστικά της προσγείωσης παιδιών ηλικίας 7-9 ετών με και χωρίς προβλήματα κινητικής συναρμογής, υποστηρίχθηκε ότι, τα παιδιά με προβλήματα κινητικής συναρμογής εμφανίζουν μικρότερες κατακόρυφες δυνάμεις αντίδρασης, μικρότερο εύρος κίνησης της ποδοκνημικής, μεγαλύτερο εύρος κίνησης του ισχίου και περισσότερο χρόνο επίτευξης της μέγιστης κατακόρυφης δύναμης αντίδρασης του εδάφους σε σχέση με τα τυπικά παιδιά. Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται εν μέρει, σε αντίθεση με αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών (Larkin & Hoare, 1992), οι οποίες υποστηρίζουν ότι τα παιδιά με προβλήματα κινητικής συναρμογής εκτελούν «δυνατές» προσγειώσεις. Βέβαια, το μεγάλο εύρος κίνησης του ισχίου κατά την προσγείωση δεν αποτελεί στοιχείο σωστής εκτέλεσης της δεξιότητας (Gallahue & Osmun, 1995; Lees, 1981), ειδικά όταν το ύψος πτώσης δεν είναι μεγάλο, έτσι ώστε να αντισταθμίζει την μεγάλη κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης.

Από τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι, η δεξιότητα της προσγείωσης απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση τόσο στα παιδιά με προβλήματα κινητικής

συναρμογής, όσο και στα τυπικά παιδιά. Μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα της τεχνικής, της κίνησης των αρθρώσεων και των δυνάμεων που αναπτύσσονται στη δεξιότητα της προσγείωσης των παιδιών με διαφορετικά επίπεδα κινητικής συναρμογής, μπορεί να βοηθήσει στην ανάπτυξη αποτελεσματικών προγραμμάτων εξάσκησης, τα οποία θα παρέχουν μόνιμα αποτελέσματα, στα θέματα βελτίωσης της εκτέλεσης της προσγείωσης και συνεπώς στην πρόληψη τραυματισμών σε όλα τα παιδιά. Αυτή η μελέτη σχεδιάστηκε για να προωθήσει την κατανόηση της προσγείωσης με δύο πόδια κατά την πτώση από ύψος σε παιδιά διαφορετικού επιπέδου κινητικής συναρμογής. Συνεπώς, σκοποί της παρούσας εργασίας ήταν α) να μελετηθούν οι μεταβλητές (δυναμικές, κινηματικές) που επηρεάζουν σημαντικά το μέγεθος της μέγιστης κατακόρυφης δύναμης αντίδρασης του εδάφους ( $\Sigma D_{max}$ ), όταν τα παιδιά προσγειώνονται με τα δύο πόδια μετά από πτώση από ύψος, και β) να προσδιοριστούν οι διαφορές, σε ότι αφορά στα δυναμικά και κινηματικά χαρακτηριστικά μεταξύ παιδιών διαφορετικού επιπέδου κινητικής συναρμογής κατά την εκτέλεση της δεξιότητας της προσγείωσης με τα δύο πόδια, μετά από πτώση από ύψος 20 εκατοστών.

## Μέθοδος και Διαδικασία

### Συμμετέχοντες

Στην έρευνα συμμετείχαν 35 παιδιά (25 μαθητές και 20 μαθήτριες) της 2<sup>ης</sup> 3<sup>ης</sup> και 4<sup>ης</sup> τάξης του δημοτικού σχολείου, ηλικίας 7-9 ετών (Ηλικία:  $8.5 \pm 0.7$  έτη, Σ.Βάρος:  $35.7 \pm 6.4$  Kg, Σ. Ύψος:  $141.4 \pm 5.7$  cm), κατόπιν παροχής γραπτής συγκατάθεσης για συμμετοχή από τους γονείς. Τα παιδιά αυτά επιλέχθηκαν από ένα μεγαλύτερο δείγμα 132 παιδιών τα οποία αξιολογήθηκαν με το κινητικό τεστ Movement Assessment Battery for Children (Movement ABC, Henderson & Sugden, 1992). Η επιλογή των 35 παιδιών έγινε με βάση τα σκορ το Movement ABC, την τάξη και το φύλο, ώστε να δημιουργηθούν ομοιογενείς ομάδες περαιτέρω. Από τα 35 παιδιά, επιλέχθηκαν εννέα παιδιά (8 αγόρια και 1 κορίτσι), με συνολικό σκορ στο Movement ABC κάτω από τη 15<sup>η</sup> ποσοστιαία μονάδα, που αποτέλεσαν την ομάδα των παιδιών με προβλήματα κινητικής συναρμογής (ΟΠΚΣ), σύμφωνα με τις συστάσεις των Henderson και Sugden, (1992). Επιπλέον, δημιουργήθηκε μία ομάδα ελέγχου (OE), στην οποία συμμετείχαν 9 παιδιά (8 αγόρια και 1 κορίτσι) των οποίων τα σκορ στο Movement ABC ήταν πάνω από την 50<sup>η</sup> ποσοστιαία μονάδα του συνολικού σκορ. Περιγραφικά στατιστικά για την ηλικία, το ύψος και το βάρος των παιδιών στις δύο ομάδες παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

**Πίνακας 1.** Σωματομετρικά χαρακτηριστικά των ομάδων

Ομάδες	Ηλικία (έτη)	Σωματικό Βάρος (Kg)	Σωματικό ύψος (cm)
ΟΠΚΣ	8.35 ± 1.02	37.22 ± 6.3	142.22 ± 3.46
ΟΕ	8.67 ± 0.56	35.83 ± 7.9	141.44 ± 7.67

*Πειραματικό πρωτόκολλο - Όργανα αξιολόγησης*

*Movement Assessment Battery for Children* (Henderson & Sugden, 1992). Το επίπεδο της κινητικής λειτουργικότητας αξιολογήθηκε με το κινητικό τεστ *Movement Assessment Battery for Children* (M-ABC, Henderson & Sugden, 1992), το οποίο αποτελεί ένα εύχρηστο όργανο αξιολόγησης και περιλαμβάνει οκτώ ασκήσεις για την αξιολόγηση των τεσσάρων εννοτήτων, α) της επιδεξιότητας των χεριών, β) των δεξιοτήτων με μπάλα, γ) τη δυναμική ισορροπία και δ) τη στατική ισορροπία. Συνολικά, απευθύνεται σε τέσσερις ηλικιακές κατηγορίες: Κατηγορία 1 (ηλικίες 4-6), κατηγορία 2 (ηλικίες 7-8), κατηγορία 3 (ηλικίες 9-10) και κατηγορία 4 (ηλικίες 11-12). Σε κάθε ηλικιακή κατηγορία αντιστοιχούν οκτώ διαφορετικές ασκήσεις. Το συγκεκριμένο κινητικό τεστ βασίζεται σε νόρμες και έχει χρησιμοποιηθεί σε έρευνες τόσο στο διεθνή χώρο (Miyahara et al., 1998; Rösblad & Gard, 1998; Smits-Engelsman, Henderson, & Michels, 1998; Wright & Sugden, 1998; Wright, Sugden, Ng, & Tan, 1994), όσο και στην Ελλάδα (Kourtessis, Tzetzis, Kιουμουρτζογλου, & Μανρωματίς, 2001). Στην παρούσα έρευνα εφαρμόστηκαν οι ασκήσεις των κατηγοριών 2 και 3, για την αξιολόγηση των μαθητών. Υψηλά σκορ στο τεστ καταδεικνύουν υψηλό επίπεδο κινητικών προβλημάτων. Η εγκυρότητα του τεστ σε σχέση με άλλα όργανα αξιολόγησης, έχει ελεγχθεί (Barnett & Henderson, 1992; Riggen, Ulrich, & Ozmun, 1990). Η αξιοπιστία και η εγκυρότητα του MABC περιγράφονται αναλυτικά στο Βιβλίο Οδηγιών του τεστ (Henderson & Sugden, 1992).

*Δεξιότητα προσγειώσης με δύο πόδια από ύψος 20 εκ.* Οι εξεταζόμενοι εκτέλεσαν τρεις προσγειώσεις με τα δύο πόδια μετά από άλμα από μία πλατφόρμα ύψους 20 εκ., πάνω σε ένα δυναμοδάπεδο Kistler. Η τεχνική του άλματος βασίστηκε στην τεχνική που αναφέρεται από τους McNitt-Gray (1991). Το ύψος επιλέχθηκε με βάση τους περιορισμούς των παιδιών με προβλήματα συναρμογής κατά την πιλοτική μελέτη και την αντίστοιχη βιβλιογραφία (Kellis, 2001). Τα άλματα εκτελέστηκαν με τα χέρια τοποθετημένα στο ύψος του ισχίου (μεσολαβή), έτσι ώστε να περιοριστούν οι βαθμοί ελευθερίας της εξεταζόμενης κίνησης και συνεπώς να διατηρηθεί η δισδιάστατη φύση της δεξιότητας. Τα παιδιά στεκόταν στην άκρη της πλατφόρμας, με τα πόδια στο άνοιγμα των ώμων και τα χέρια στα ισχία. Τα διατηρούσαν σε αυτή τη

θέση σε όλη τη διάρκεια του άλματος. Το άλμα ξεκινούσε βηματίζοντας έξω από την πλατφόρμα με το δεξιό πόδι έχοντας τεντωμένο το αριστερό πόδι. Η προσγείωση ολοκληρωνόταν, με την ταυτόχρονη επαφή και των δύο ποδιών με το δυναμοδάπεδο. Η δεξιότητα βιντεοσκοπήθηκε και καταγράφηκαν οι δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους (Εικόνα 1).

**Εικόνα 1.** Μέτρηση της δεξιότητας προσγειώσης με δύο πόδια από ύψος 20 εκ.*Πειραματική Διαδικασία*

Τα παιδιά που συμμετείχαν στην έρευνα (n=35) αξιολογήθηκαν αρχικά, ατομικά με την κινητική δοκιμασία MABC στο χώρο του σχολείου τους, κατόπιν σχετικής άδειας από το αρμόδιο τμήμα του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου του ΥΠ.Ε.Π.Θ. (Αρ. Πρωτ. Φ15/207 - Πράξη 2/2001). Στη συνέχεια αξιολογήθηκαν στο Εργαστήριο Αθλητικής Βιομηχανικής στη δεξιότητα της προσγειώσης με δύο πόδια μετά από πτώση από ύψος, κατόπιν σχετικής ενημέρωσης και παροχής γραπτής συγκατάθεσης για συμμετοχή, από τους γονείς.

*Όργανα μέτρησης και ανάλυση δεδομένων.* Τα παιδιά εκτέλεσαν τη δεξιότητα πάνω σε ένα δυναμοδάπεδο Kistler (9281C), διαστάσεων 40 X 60 εκ. που κατέγραφε την κατακόρυφη συνιστώσα της δύναμης αντίδρασης του εδάφους με συχνότητα δειγματοληψίας 1000 Hz. Η δεξιότητα βιντεοσκοπήθηκε με μία κάμερα Panasonic PV-900 (60 Hz), τοποθετημένη κάθετα στο προσθοπίσθιο επίπεδο της κίνησης. Η ανάλυση των δυναμικών και κινηματικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό Ariel Performance Analysis Systems (APAS). Για το σύγχρονο μεταξύ του δυναμοδάπεδου και της βιντεοκάμερας λήψης, το λογισμικό του APAS συνδέθηκε με ένα ποντίκι, στο οποίο είχε προσαρμοστεί ένας διακόπτης τύπου button MOFSET και επέτρεπε τη διέλευση του ρεύματος από ένα τροφοδοτικό 12 Volt προς ένα λαμπτήρα, ο οποίος άναβε με το κλικ

της έναρξης της δραστηριότητας και την ταυτόχρονη έναρξη της δυναμομέτρησης. Μ' αυτόν τον τρόπο, ο λαμπτήρας παρείχε το αναγκαίο οπτικό σήμα για τον συγχρονισμό της βιντεοκάμερας λήψης με το δυναμοδάπεδο (γεγονός συγχρονισμού). Ως εικόνα συγχρονισμού (frame offset =0) ορίστηκε η πρώτη εικόνα στο βίντεο, στην οποία εμφανίζεται η πρώτη πυράκτωση του λαμπτήρα. Μέσω αυτής της διαδικασίας καθορίστηκε η στιγμή έναρξης της κίνησης, που αποτελούσε πλέον το γεγονός συγχρονισμού και αντιστοιχούσε στη χρονική στιγμή 0 του πίνακα των αριθμητικών κινηματικών δεδομένων. Για τη διαβάθμιση του χώρου, όπου εκτελέστηκε η δεξιότητα, χρησιμοποιήθηκαν 4 σημεία ελέγχου, τα οποία βρισκόταν πάνω σε ένα επίπεδο διαβάθμισης, με διαστάσεις 180 x 180 εκατ., για τη μετατροπή των συντεταγμένων της κάμερας σε πραγματικές διαστάσεις συντεταγμένες. Η προσγείωση με τη μικρότερη τιμή της μέγιστης κατακόρυφης δύναμης αντίδρασης του εδάφους (η πιο «απαλή» προσγείωση) επιλέχθηκε για περαιτέρω ανάλυση. Για τον καθορισμό του μοντέλου κινηματικής ανάλυσης τοποθετήθηκαν αυτοκόλλητοι ανακλαστικές σύμφωνα με τις υποδείξεις του Ariel (1990), στο φύμα του 5<sup>ου</sup> μεταταρσίου, στο έξω σφυρό, στο έξω μεσάρθριο διάστημα του γονάτου (η τοποθέτηση έγινε σε έκταση της άρθρωσης του γονάτου, αφού προηγουμένως εντοπίστηκε το σημείο με κάμψη της συγκεκριμένης άρθρωσης), στο μείζονα τροχαντήρα του μηριαίου οστού και, στην άρθρωση του ώμου (μείζον βραχιόνιο όγκωμα). Οι ανακλαστικές τοποθετήθηκαν στη δεξιά πλευρά του σώματος κάθε παιδιού, η οποία ήταν ορατή από την κάμερα και με τη βοήθειά τους ορίστηκαν τέσσερα μέλη: άκρο πόδι, κνήμη, μηρός και κορμός (Bobbert & van Ingen Schenau, 1988). Η ψηφιοποίηση άρχισε από την έναρξη της κίνησης και ολοκληρώθηκε εννέα εικόνες μετά την απόκτηση του χαμηλότερου ύψους από το ισχίο. Η εξομάλυνση του σήματος των συντεταγμένων έγινε με τη χρήση κατω-διαβατού ψηφιακού φίλτρου (Butterworth Dual-pairs) με συχνότητα κοπής 6 Hz. Οι μεταβλητές που αξιολογήθηκαν ήταν: κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης του εδάφους κατά την πρώτη επαφή σχετική ως προς το σωματικό βάρος ( $\Sigma B$ ), ( $\Sigma \Delta_1 = F_{z-1} / \Sigma B$ ), η μέγιστη κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης του εδάφους, σχετική ως προς το σωματικό βάρος ( $\Sigma B$ ), ( $\Sigma \Delta_{max} = F_{zmax} / \Sigma B$ ) και ο χρόνος έως την απόκτηση της  $F_{zmax}$ , ( $t_{Fzmax}$ ), οι οποίες προέκυψαν από τα δεδομένα του δυναμοδαπέδου (δυναμικά χαρακτηριστικά). Επιπλέον, υπολογίστηκαν οι γωνιακές μετατοπίσεις των αρθρώσεων της ποδοκνημικής ( $\Delta \phi_{\eta}$ ), του γονάτου ( $\Delta \phi_{\Gamma}$ ) και του ισχίου ( $\Delta \phi_{\iota}$ ), κατά την προσγείωση, οι οποίες προέκυψαν από τα δεδομένα της βιντεοανάλυσης (κινηματικά χαρακτηριστικά). Επίσης, υπολογίστηκε ο χρόνος προσγείωσης ( $t_{\text{προγγ}}$ ), από το συνδυασμό δυναμικών και κινηματικών χαρακτηριστικών, από

τη στιγμή της αρχικής επαφής των ποδιών με το δυναμοδάπεδο έως το σημείο που το ισχίο ήταν στην χαμηλότερη θέση από το έδαφος (Larkin & Parker, 1998).

#### Στατιστική ανάλυση

Η κανονικότητα της κατανομής του δείγματος εξετάστηκε με το μη παραμετρικό τεστ Kolmogorov-Smirnov. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, τόσο οι δυναμικές όσο και οι κινηματικές μεταβλητές που εξετάστηκαν παρουσίασαν κανονική κατανομή. Αρχικά εφαρμόστηκε ανάλυση πολλαπλής συσχέτισης (Pearson's correlation coefficients) για να ελεγχθεί η σχέση των μεταβλητών που εξετάστηκαν μεταξύ τους και συγκεκριμένα των κατακόρυφων δυνάμεων με τις υπόλοιπες μεταβλητές. Ακολούθως εφαρμόστηκε ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης (multiple regression analysis) για να προσδιοριστεί το μοντέλο της σχέσης της μέγιστης κατακόρυφης δύναμης από τους άλλους παράγοντες στο σύνολο των 35 παιδιών. Επιπρόσθετα, εφαρμόστηκε t-test για ανεξάρτητα δείγματα για τον έλεγχο των διαφορών μεταξύ των δύο ομάδων (ΟΠΚΣ και ΟΕ), για όλες τις μεταβλητές (δυναμικές και κινηματικές). Ως επίπεδο σημαντικότητας επιλέχθηκε το  $p < 0.05$  για όλες τις στατιστικές αναλύσεις. Για όλες τις αναλύσεις χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS 12 για Windows.

#### Αποτελέσματα

##### Ανάλυση πολλαπλής παλινδρόμησης

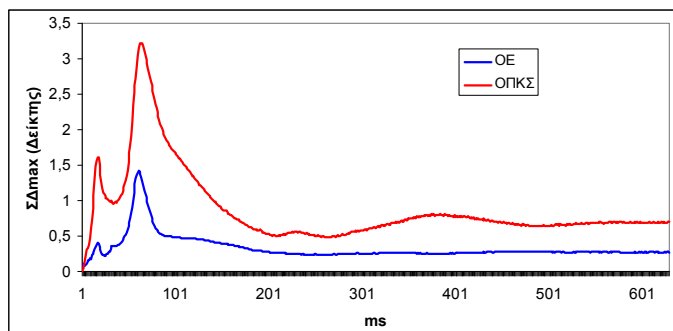
Από την ανάλυση πολλαπλής συσχέτισης (Pearson's correlation coefficients) προέκυψαν σημαντικές αρνητικές συσχετίσεις μεταξύ της  $\Sigma \Delta_{max}$  και των χρόνων  $t_{Fzmax}$  ( $r = -.37$ ,  $df = 33$ ,  $p < .05$ ) και  $t_{\text{προγγ}}$  ( $r = -.36$ ,  $df = 33$ ,  $p < .05$ ). Όταν τα παιδιά αυτής της ηλικίας προσγειώνονται με δύο πόδια από το συγκεκριμένο ύψος, με υψηλές κατακόρυφες δυνάμεις, εμφανίζουν σύντομους χρόνους κατά την επαφή και την απόκτηση της ισορροπίας τους στο έδαφος. Επίσης, προέκυψαν σημαντικές θετικές υψηλές συσχετίσεις μεταξύ του χρόνου προσγείωσης  $t_{\text{προγγ}}$  και των γωνιακών μετατοπίσεων των αρθρώσεων του γονάτου ( $\Delta \phi_{\Gamma}$ ), ( $r = .62$ ,  $df = 33$ ,  $p < .001$ ) και του ισχίου ( $\Delta \phi_{\iota}$ ), ( $r = .70$ ,  $df = 33$ ,  $p < .001$ ). Η δεξιότητα της προσγείωσης στα παιδιά, όταν εκτελείται αργά, εμφανίζει μεγάλο εύρος κίνησης στις αρθρώσεις του γονάτου και του ισχίου. Εξετάζοντας τα γραφήματα διασποράς των μεταβλητών που παρουσίασαν σημαντικές συσχετίσεις ανά ζεύγη, δεν βρέθηκαν να υπάρχουν ενδείξεις μη γραμμικών σχέσεων και τιμών που να αποκλίνουν έντονα.

Με στόχο να γίνει κατανοητό ποιες μεταβλητές (δυναμικές, κινηματικές) βοηθούν σημαντικά στην πρόβλεψη της μέγιστης κατακόρυφης δύναμης αντίδρασης του εδάφους ( $\Sigma \Delta_{max}$ ), όταν τα παιδιά

**Πίνακας 2.** Βηματική (stepwise) πολλαπλή παλινδρόμηση των μεταβλητών πρόβλεψης για τη μέγιστη κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης του εδάφους.

Μεταβλητή	R <sup>2</sup> adj	B	Τοπικό σφάλμα b	Beta	t
t <sub>Fzmax</sub>	0.11	-42.04	11.4	-0.61	-3.7*
Δφ <sub>Γ</sub>	0.28	-0.02	0.007	-0.5	-3.01*

\* p&lt;.01

**Σχήμα 1.** Σχηματική απεικόνιση της δεξιότητας προσγείωσης με δύο πόδια μετά από πτώση από ύψος 20 εκ. (Καμπύλη δύναμης (ΣΔ<sub>max</sub> = F<sub>zmax</sub> / ΣΒ) / χρόνου) ενός παιδιού της ομάδας με προβλήματα κινητικής συναρμογής (ΟΠΚΣ) και ενός της ομάδας ελέγχου (ΟΕ).

προσγειώνονται με τα δύο πόδια μετά από πτώση από ύψος, εξετάστηκαν μοντέλα βηματικής πολλαπλής ανάλυσης παλινδρόμησης (stepwise multiple regression analysis) στο σύνολο των 35 παιδιών. Οι εξαρτημένες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν ως παράγοντες πρόβλεψης της ΣΔ<sub>max</sub> ήταν ο t<sub>Fzmax</sub>, ο t<sub>προσγ</sub>, η Δφ<sub>Π</sub>, η Δφ<sub>Γ</sub> και η Δφ<sub>Ι</sub>. Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψαν δύο μοντέλα παλινδρόμησης. Αρχικά προστέθηκε η t<sub>Fzmax</sub> (βήμα 1) και μετά προστέθηκε και η Δφ<sub>Γ</sub> (βήμα 2). Στο πρώτο βήμα η t<sub>Fzmax</sub> εξήγησε το 11% της μεταβλητότητας (F<sub>1,33</sub>=5.1, p=.03) της ΣΔ<sub>max</sub>. Στο δεύτερο βήμα, η προσθήκη της Δφ<sub>Γ</sub> βελτίωσε το ποσοστό πρόβλεψης επιπλέον κατά 17%, ερμηνεύοντας ένα μεγαλύτερο ποσοστό (28%)

της μεταβλητότητας (F<sub>1,32</sub>=9.1, p=.005). Μια άλλη διαπίστωση που προκύπτει από την ανάλυση διακύμανσης για τα μοντέλα παλινδρόμησης είναι ότι με την προσθήκη της t<sub>Fzmax</sub> (βήμα 1) βελτιώθηκε σημαντικά η δυνατότητα πρόβλεψης της ΣΔ<sub>max</sub> (F<sub>1,33</sub>=5.1, p=.03), ενώ το δεύτερο βήμα με την επιπλέον μεταβλητή (Δφ<sub>Γ</sub>) ήταν ακόμη καλύτερο (F<sub>2,32</sub>=7.7, p=.002). Θα πρέπει να επισημανθεί ότι στο πρώτο βήμα η σχέση της t<sub>Fzmax</sub> με την ΣΔ<sub>max</sub> ήταν αρνητική με συντελεστή συσχέτισης (Beta) r=-.37 (p=.03). Στο δεύτερο βήμα, τόσο η t<sub>Fzmax</sub>, όσο και η Δφ<sub>Γ</sub> εμφάνισαν αρνητικές συσχετίσεις με την ΣΔ<sub>max</sub> και επιπλέον φάνηκε μία δυνατότερη σχέση αυτού του μοντέλου παλινδρόμησης (βήμα 2) με την ΣΔ<sub>max</sub>. Οι

**Πίνακας 3.** Μέσες τιμές και τυπικές αποκλίσεις των δυναμικών και κινηματικών μεταβλητών των ομάδων για τη δεξιότητα της προσγείωσης με δύο πόδια από ύψος.

Μεταβλητή	Μονάδα Μέτρησης	ΟΠΚΣ (n = 9)	ΟΕ (n = 9)	t F	Sig. p<.05
<b>Δυναμικές μεταβλητές</b>					
ΣΔ <sub>Ι</sub>	Δείκτης	2.27 ± 0.61	2.11 ± 0.55	0.6	ns
ΣΔ <sub>max</sub>	Δείκτης	4.44 ± 1.4	3.28 ± 0.7	2.2	.04
t <sub>Fzmax</sub>	ms	69 ± 15	71 ± 24	- 0.2	ns
t <sub>προσγ</sub>	ms	151 ± 35	230 ± 47	- 4.1	.001
<b>Κινηματικές μεταβλητές</b>					
Δφ <sub>Π</sub>	Μοίρες	45.1 ± 17.1	53.18 ± 12.33	- 1.1	ns
Δφ <sub>Γ</sub>	Μοίρες	39.62 ± 19.79	66.99 ± 29.26	- 2.3	.03
Δφ <sub>Ι</sub>	Μοίρες	29.06 ± 20.16	51.2 ± 34.36	-1.7	ns

τιμές για τους συντελεστές συσχέτισης (Beta) ήταν  $r = -.62$  ( $p = .001$ ) και  $r = -.5$  ( $p = .005$ ) για την  $t_{F_{zmax}}$ , και την  $\Delta\phi_I$  αντίστοιχα. Ωστόσο, από τα παραπάνω διαπιστώνεται ότι κανένα από τα παραπάνω μοντέλα δεν κατάφερε να προβλέψει σε αποδεκτό βαθμό την  $\Sigma\Delta_{max}$ . Παρόλα αυτά, η αρνητική συσχέτιση των μεταβλητών με την  $\Sigma\Delta_{max}$  δείχνει ότι υψηλές τιμές της δύναμης αντίδρασης του εδάφους σχετίζονται με σύντομο χρόνο επίτευξης της  $F_{zmax}$  και περιορισμένη κίνηση στην άρθρωση του γόνατος ( $\Delta\phi_I$ ). Τα αποτελέσματα της ανάλυσης παλινδρόμησης παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

#### Ανάλυση t-test για ανεξάρτητα δείγματα

Μία σχηματική απεικόνιση των διαφορών στην καμπύλη δύναμης - χρόνου, μεταξύ των παιδιών με και χωρίς προβλήματα κινητικής συναρμογής, παρέχεται στο Σχήμα 1. Στον Πίνακα 3 εμφανίζονται τα περιγραφικά στατιστικά για όλες τις μεταβλητές και για τις δύο ομάδες.

Η υπόθεση ισότητας των διακυμάνσεων ελέγχθηκε με το Levene's test και παρατηρήθηκε ότι οι διακυμάνσεις των δύο πληθυσμών ήταν ίσες ( $p > .05$ ) για όλες τις μεταβλητές. Από την ανάλυση t-test για ανεξάρτητα δείγματα, φάνηκε στατιστικά σημαντική επίδραση της ομάδας στις ακόλουθες μεταβλητές, στη σχετική με το σωματικό βάρος μέγιστη δύναμη αντίδρασης του εδάφους ( $\Sigma\Delta_{max}$ ), στο χρόνο προσγείωσης ( $t_{προσγ}$ ), και στη γωνιακή μεταβολή της άρθρωσης του γόνατου ( $\Delta\phi_I$ ), ( $p < .05$ ). Πιο συγκεκριμένα, η ΟΠΚΣ εμφάνισε υψηλότερες τιμές στη σχετική με το βάρος μέγιστη δύναμη αντίδρασης του εδάφους, σύντομότερο χρόνο προσγείωσης και μικρότερη γωνιακή μεταβολή της άρθρωσης του γόνατου σε σχέση με την ΟΕ.

#### Συζήτηση

Σκοποί της παρούσας εργασίας ήταν α) να μελετηθούν οι μεταβλητές (δυναμικές, κινηματικές) που επηρεάζουν σημαντικά το μέγεθος της μέγιστης κατακόρυφης δύναμης αντίδρασης του εδάφους ( $\Sigma\Delta_{max}$ ), όταν τα παιδιά προσγειώνονται με τα δύο πόδια μετά από πτώση από ύψος, και β) να προσδιοριστούν οι διαφορές, σε ότι αφορά στα δυναμικά και κινηματικά χαρακτηριστικά μεταξύ παιδιών διαφορετικού επιπέδου κινητικής συναρμογής κατά την εκτέλεση της δεξιότητας της προσγείωσης με τα δύο πόδια, μετά από πτώση από ύψος 20 εκατοστών.

Από την ανάλυση συσχέτισης προέκυψε ότι, η μέγιστη κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης του εδάφους σχετίζεται αρνητικά με το χρόνο επίτευξης της και το χρόνο που απαιτείται για να επιτευχθεί η προσγείωση του παιδιού στο έδαφος. Αυτό το αποτέλεσμα δείχνει ότι, όταν τα παιδιά αυτής της ηλικίας προσγειώνονται με δύο πόδια από το συγκεκριμένο ύψος, με υψηλές κατακόρυφες δυνάμεις, εμφανίζουν

σύντομους χρόνους κατά την επαφή και την απόκτηση της ισορροπίας τους στο έδαφος. Συνεπώς, σημαντικό στοιχείο για την εκτέλεση αυτής της δεξιότητας, με όσο το δυνατόν μικρότερες κατακόρυφες δυνάμεις, είναι ο χρόνος. Έτσι, κατά τη διδασκαλία και εξάσκηση της δεξιότητας προσγείωσης, θα ήταν αποτελεσματικό να δίνεται έμφαση στο χρόνο και πιο συγκεκριμένα στην αργή εκτέλεσή της. Μία άλλη διαπίστωση από την ανάλυση συσχέτισης είναι ότι, ο χρόνος προσγείωσης εμφάνισε υψηλή θετική συσχέτιση με τις γωνιακές μετατοπίσεις των αρθρώσεων του γόνατος και του ισχίου. Τα παιδιά αυτής της ηλικίας, καθώς προσγειώνονται με δύο πόδια όσο πιο αργά μπορούν, εμφανίζουν ταυτόχρονα μεγάλο εύρος κίνησης στην άρθρωση του γόνατος και του ισχίου. Αν συνδυαστούν τα αποτελέσματα από την ανάλυση συσχέτισης θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι, αποτελούν μία αρχική ένδειξη για το πώς σχετίζονται οι βιομηχανικές μεταβλητές μεταξύ τους σε μία προσγείωση με δύο πόδια από ύψος στα παιδιά. Έτσι, θα μπορούσε να υποστηριχθεί ότι ενώ οι χρόνοι επίτευξης της δεξιότητας σχετίζονται άμεσα με τη μέγιστη κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης του εδάφους, η κίνηση των αρθρώσεων του γόνατος και του ισχίου παρουσιάζουν μία έμμεση σχέση με την κατακόρυφη δύναμη, αφού σχετίζονται άμεσα με τους χρόνους. Έτσι, στα παιδιά κατά τη διδασκαλία και εξάσκηση αυτής της δεξιότητας, η έμφαση στην πιο αργή εκτέλεση της κίνησης θα μπορούσε να γίνει πιο συγκεκριμένη και να αφορά στοιχεία που επικεντρώνονται στην κάμψη των αρθρώσεων του γόνατος και του ισχίου.

Από την ανάλυση παλινδρόμησης φάνηκε ότι, οι παράγοντες που φαίνεται να επηρεάζουν τη μέγιστη κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης του εδάφους ήταν ο χρόνος που χρειαζόταν για την ανάπτυξή της και η γωνιακή μετατόπιση της άρθρωσης του γόνατου (εύρος γόνατου). Ωστόσο, διαπιστώνεται ότι κανένα από τα παραπάνω μοντέλα δεν κατάφερε να προβλέψει σε αποδεκτό βαθμό την  $\Sigma\Delta_{max}$ . Επιπλέον, οι αρνητικές τιμές των συντελεστών συσχέτισης έδειξαν ότι, σύντομος χρόνος ως την απόκτηση της μέγιστης κατακόρυφης δύναμης και μικρή μεταβολή της άρθρωσης του γόνατου σχετίζονται με υψηλή κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης του εδάφους, ή το αντίθετο, κατά την εκτέλεση της δεξιότητας προσγείωσης από το συγκεκριμένο ύψος. Τα αποτελέσματα από την ανάλυση παλινδρόμησης επιβεβαιώνουν και ενισχύουν ως ένα βαθμό τα αποτελέσματα της ανάλυσης συσχέτισης. Βέβαια, η έλλειψη υψηλών ποσοστών πρόβλεψης της μέγιστης κατακόρυφης δύναμης αντίδρασης του εδάφους μπορεί να οφείλεται στο μέγεθος του δείγματος.

Επιπλέον, η μέση τιμή της κατακόρυφης δύναμης στην παρούσα εργασία ήταν περίπου 4.5 φορές το σωματικό βάρος. Αυτή η τιμή βρίσκεται σε συμφωνία με τιμές από άλλες μελέτες (Larkin & Parker,



1998; Tant & Wilkerson, 1990) για το ίδιο ύψος πτώσης. Επίσης, οι σχέσεις μεταξύ των δυνάμεων αντίδρασης του εδάφους και του χρόνου απόκτησης της δύναμης είναι σε συμφωνία με προηγούμενες αναφορές. Οι Tant & Wilkerson (1990) και οι Myazaki et al. (1993) ανέφεραν ότι συντομότεροι χρόνοι ως την επίτευξη της μέγιστης κατακόρυφης δύναμης σχετίστηκαν με υψηλότερες κατακόρυφες δυνάμεις, για όλα τα ύψη πτώσης που εξετάστηκαν. Μια πιο πρόσφατη έρευνα από τους Larkin & Parker (1998) παρουσίασε παρόμοια αποτελέσματα με την παρούσα έρευνα, αναφορικά με τους χρόνους και το εύρος της άρθρωσης του γονάτου και του ισχίου. Αυτή η συσχέτιση χαμηλών δυνάμεων αντίδρασης του εδάφους με μεγάλο εύρος κίνησης του ισχίου, εξηγήθηκε από τους συγγραφείς σαν ένας μηχανισμός που χρησιμοποιούν τα παιδιά για να προσγειώνονται με ασφάλεια, μετριάζοντας την κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης του εδάφους. Γενικότερα, υποστηρίζεται ότι τα παιδιά αυτής της ηλικιακής κατηγορίας χρησιμοποιούν στρατηγικές ελέγχου της προσγείωσης μετά από άλμα ή κουτσό, κατά τις οποίες χρησιμοποιείται περισσότερο ο κορμός (Pelland et al., 1990; Monson, Larkin, & Parker, 1991).

Επιπρόσθετα, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έδειξαν μία αρνητική σχέση της μέγιστης κατακόρυφης δύναμης και της μεταβολής του εύρους της άρθρωσης του γονάτου, στα παιδιά αυτής της ηλικίας. Συνεπώς, όσο περισσότερο τα παιδιά χρησιμοποιούσαν μια στρατηγική μεγάλης μεταβολής στο εύρος του γονάτου, τόσο μικρότερες δυνάμεις εμφανιζόταν. Το μοντέλο ασφαλούς προσγείωσης που υποστηρίζεται από τη βιβλιογραφία (Lees, 1981) φαίνεται να υποστηρίζεται και στην παρούσα έρευνα για τις ηλικιακές κατηγορίες που εξετάστηκαν. Σαν αποτέλεσμα, προτείνεται τα παιδιά να διδάσκονται την τεχνική της δεξιότητας της προσγείωσης και να επικεντρώνονται σε στρατηγικές που δίνουν έμφαση σε μεγάλο εύρος κίνησης στο γόνατο, καθώς και σε μεγάλους χρόνους επίτευξης της κατακόρυφης δύναμης, έτσι ώστε να αποφεύγουν την υπερβολική κίνηση στον κορμό. Συνεπώς, αν μπορούσαν να δοθούν κάποιες οδηγίες σχετικά με έναν ασφαλή τρόπο προσγείωσης, αυτός θα είχε σα στόχο μία χαμηλή κατακόρυφη δύναμη αντίδρασης, η οποία θα μπορούσε να επιτευχθεί με μεγάλες μεταβολές στην άρθρωση του γονάτου και αργό χρόνο επίτευξης της μέγιστης κατακόρυφης δύναμης αντίδρασης του εδάφους. Αυτά τα αποτελέσματα φαίνεται να συμφωνούν με τη σχετική βιβλιογραφία (Gallahue & Osmun, 1995; Larkin & Parker, 1998; Lees, 1981) και θα μπορούσαν να αποτελέσουν σημεία κλειδιά κατά τη διδασκαλία της δεξιότητας της προσγείωσης από ύψος και την αναγνώριση των λαθών με στόχο την αποτελεσματικότερη διόρθωσή τους, οδηγίες όπως να προσγειώνονται αργά και να κάμπουν τα γόνατα. Ταυτόχρονα, θα μπο-

ρούσαν να ληφθούν υπόψη στο σχεδιασμό προγραμμάτων διδασκαλίας και εξάσκησης της δεξιότητας της προσγείωσης.

Από την ανάλυση t-test, προέκυψαν σημαντικά στοιχεία για τις διαφορές που παρουσιάζουν τα παιδιά με διαφορετικό επίπεδο συναρμογής, αναφορικά με τη δεξιότητα προσγείωσης με τα δύο πόδια. Πιο συγκεκριμένα, η ΟΠΚΣ εμφάνισε υψηλότερες τιμές στη μέγιστη δύναμη αντίδρασης του εδάφους, μικρότερο χρόνο προσγείωσης και μικρότερη γωνιακή μεταβολή της άρθρωσης του γονάτου σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Συνεπώς, παρατηρήθηκε μια τάση από τα παιδιά με προβλήματα κινητικής συναρμογής να παρουσιάζουν ένα τρόπο «δυνατής» προσγείωσης, όπως έχει περιγραφεί στη βιβλιογραφία (Lees, 1981), σε σχέση με τα παιδιά με τυπική κινητική συναρμογή. Επιπρόσθετα, παρατηρήθηκε μια τάση των παιδιών με ελλιπή συναρμογή να εμφανίζουν περιορισμένο εύρος κίνησης του ισχίου σε σχέση με τα παιδιά με τυπική συναρμογή και συνεπώς να μην χρησιμοποιούν την στρατηγική της κίνησης του ισχίου, όπως περιγράφεται από τους Monson et al. (1991) και τους Pelland et al. (1990) για να αντισταθμίσουν τη δύναμη αντίδρασης του εδάφους σε σχέση με τα παιδιά με τυπική συναρμογή. Για αυτό το λόγο εκτέλεσαν και «δυνατές» προσγειώσεις. Ωστόσο, οι Larkin και Parker (1998) υποστήριξαν ότι τα παιδιά με προβλήματα συναρμογής εμφάνισαν μικρό εύρος κίνησης στην ποδοκνημική, μεγάλο εύρος κίνησης στο ισχίο και μεγάλους χρόνους για την ανάπτυξη της δύναμης. Δηλαδή, εκτέλεσαν προσγειώσεις με χαμηλές κατακόρυφες δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους (ασφαλείς προσγειώσεις) που ήταν συνέπεια της μεγάλης κίνησης του ισχίου και όχι της εκτέλεσης ενός σωστού και ελεγχόμενου μοντέλου της δεξιότητας. Βέβαια, εν μέρει, τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας συμφωνούν με την προαναφερόμενη έρευνα, όμως οι μεγάλοι χρόνοι για την ανάπτυξη της δύναμης πιθανόν να σχετίζονται με τις χαμηλότερες δυνάμεις που εμφάνισαν αυτά τα παιδιά στην έρευνα, σε σχέση με την παρούσα έρευνα. Παρόλα αυτά στην παρούσα έρευνα, το μοντέλο προσγείωσης των παιδιών με προβλήματα στη συναρμογή φαίνεται να μοιάζει περισσότερο με το «δυνατό» μοντέλο που περιγράφεται στη βιβλιογραφία (Lees, 1981). Από αυτό εξάγεται το συμπέρασμα ότι, τα παιδιά με προβλήματα στην κινητική τους συναρμογή, εκτελούν πιο «δυνατές» και συνεπώς λιγότερο ασφαλείς προσγειώσεις σε σχέση με τα τυπικά παιδιά. Οι Werner και Rink (1989) υποστήριξαν ότι τα παιδιά μαθαίνουν να εκτελούν μια δεξιότητα όσο πιο σωστά μπορούν, σύμφωνα με το πώς την αντιλαμβάνονται, με τους περιορισμούς που αντιμετωπίζουν εξαιτίας της και τις πληροφορίες που τους παρέχει το περιβάλλον. Πιθανόν, τα παιδιά με προβλήματα κινητικής συναρμογής στην παρούσα έρευνα, αντιλήφ-

θηκαν τη δεξιότητα ως δύσκολη και αντιμετώπισαν δυσκολία στον αρχικό προγραμματισμό. Μία άλλη εξήγηση μπορεί να είναι το γεγονός ότι τα παιδιά με προβλήματα κινητικής συναρμογής εμφανίζουν χαμηλά επίπεδα συναρμογής και ισχύος των κάτω άκρων (Raynor, 2001) και συνεπώς αντιμετωπίζουν μία δυσκολία στον έλεγχο αυτής της δεξιότητας. Άλλωστε οι McKinley και Pelland (1994) υποστήριξαν ότι, η ασφαλής και ελεγχόμενη προσγείωση με δύο πόδια από ύψος απαιτεί παραγωγή κατάλληλων έκκεντρων μυϊκών συστολών, έτσι ώστε να επιβραδυνθεί αποτελεσματικά η ταχύτητα του σώματος και να απορροφηθούν οι υψηλές δυνάμεις αντίδρασης του εδάφους. Επομένως, προτείνεται περαιτέρω έρευνα όσον αφορά τον παράγοντα «συναρμογή και ισχύς» των κάτω άκρων σε παιδιά με προβλήματα κινητικής συναρμογής, καθώς και της σχέσης αυτού του παράγοντα με τον ελλιπή έλεγχο στη δεξιότητα της προσγείωσης με δύο πόδια μετά από πτώση από ύψος.

Τα αποτελέσματα στο σύνολό τους παρέχουν συμπεράσματα χρήσιμα, τόσο για τους καθηγητές φυσικής αγωγής, όσο και για τους προπονητές μικρών

αθλητών. Παρόλο που υπάρχει η άποψη ότι οι δεξιότητες προσγείωσης εκτελούνται φυσιολογικά, μαθαίνονται γρήγορα, και μπορεί κανείς να τις θυμηθεί εύκολα, ιδιαίτερα τα παιδιά με τυπική συναρμογή, φαίνεται ότι στα μικρά παιδιά, απαιτούν εκτεταμένη διδασκαλία και συνεχή ενθάρρυνση. Προτείνεται, να διδάσκεται αυτή η βασική δεξιότητα, ακολουθώντας τα σημεία κλειδιά που προαναφέρθηκαν και αφορούν τα βιομηχανικά χαρακτηριστικά της κίνησης και να μην θεωρείται δεδομένο ότι τα παιδιά θα μάθουν να την εκτελούν σωστά από μόνα τους. Αυτό, έχει ιδιαίτερη σημασία για τα παιδιά με προβλήματα στη συναρμογή, τα οποία αποφεύγουν τη συμμετοχή σε παιχνίδια και δραστηριότητες που απαιτούν έλεγχο και συναρμογή στην κίνηση. Επιπλέον, αυτή η διαπίστωση μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στη δημιουργία προγραμμάτων εξάσκησης τόσο στο χώρο του σχολείου, όσο και στον παιδικό αθλητισμό με στόχο τη βελτίωση αυτής της δεξιότητας, η οποία αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα πολλών αθλητικών δραστηριοτήτων, αλλά και παράγοντα κινδύνου για τραυματισμούς των κάτω άκρων.

### Σημασία για τη Φυσική Αγωγή

Η φυσική αγωγή αποτελεί το σημαντικότερο μέσο βελτίωσης των βασικών κινητικών και αθλητικών δεξιοτήτων στα παιδιά. Η απόκτηση γνώσης από τον καθηγητή φυσικής αγωγής σχετικά με τον τρόπο ανίχνευσης και εντοπισμού προβλημάτων που σχετίζονται με τη διδασκαλία αυτών των δεξιοτήτων, καθώς και η παροχή σημείων κλειδιά για την ποιοτική εκτέλεση των κινήσεων δημιουργεί τις προϋποθέσεις για ένα ποιοτικότερο και αποτελεσματικότερο μάθημα. Επιπλέον, η δυνατότητα αναγνώρισης αναπτυξιακών δυσκολιών στην εκτέλεση μίας δεξιότητας από παιδιά που εμφανίζουν προβλήματα κινητικής συναρμογής, μπορεί να βοηθήσει στην αποτελεσματικότερη δόμηση προγραμμάτων παρέμβασης, που μπορούν να εφαρμοσθούν στο χώρο του σχολείου και να ανταποκρίνονται στις ατομικές κινητικές ανάγκες του κάθε μαθητή.

### Σημασία για την Ποιότητα Ζωής

Η αποτελεσματική ανάπτυξη των βασικών κινητικών και αθλητικών δεξιοτήτων κατά την παιδική ηλικία αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τη συμμετοχή σε αθλητικές δραστηριότητες «δια βίου». Η μη σωστή και αποτελεσματική εκτέλεση της δεξιότητας της προσγείωσης, η οποία αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα ποικίλων κινητικών δραστηριοτήτων, από τα παιδιά και ιδιαίτερα από αυτά με προβλήματα κινητικής συναρμογής, μπορεί να αποτελέσει εκτός από προϋπόθεση για τραυματισμούς των κάτω άκρων (Larkin & Parker, 1998) και προϋπόθεση για απομάκρυνση των παιδιών από τη φυσική δραστηριότητα και το παιχνίδι (Bouffard, Watkinson, & Thompson, 1996), με πιθανό επακόλουθο τα χαμηλά επίπεδα στη φυσική τους κατάσταση (O' Beirne, Larkin, & Cable, 1994). Επομένως, ο εντοπισμός των σημείων στα οποία πρέπει να δοθεί έμφαση κατά τη διδασκαλία και εξάσκηση αυτής της δεξιότητας, τόσο στο χώρο του σχολείου, όσο και στον παιδικό αθλητισμό, είναι σημαντικός παράγοντας για τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής, τόσο κατά την παιδική ηλικία, όσο και την ενήλικη ζωή.

### Βιβλιογραφία

- Ariel, G.B. (1990). *The Ariel Performance Analysis System*. SPIE, 1356, 76-78.
- Barnett, A.L., & Henderson, S.E. (1992). Some observations on the figure drawings of clumsy children. *British Journal of Educational Psychology*, 62, 341 - 355.
- Bobbert, M. F., & van Ingen Schenau, G.J. (1988). Coordination in vertical jumping. *Journal of Biomechanics*, 21 249-262.
- Bouffard, M., Watkinson, E.J., Thompson, L.P., Caus-

- grove Dunn, J.L., & Romanow, S.K.E. (1996). A test of the activity deficit hypothesis with children with movement difficulties. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 13, 61-73.
- Gallahue, L. D., & Ozmun, J.C. (1995). *Understanding motor development: Infants, Children, Adolescents, Adults*. Dubuque, Iowa: Brown & Benchmark.
- Gervais, P. (1994). The effects of instruction on landing performance in children. In W. Herzog et al. (Eds.), *Proceedings of the Canadian Society of Biomechanics VIIIth Biennial Conference* (pp. 242-243). Calgary: Society for Biomechanics.
- Gross, T.S., & Nelson, R.C. (1987). *The shock attenuation role of the ankle during landing from a vertical jump*. North Reading, MA: Converse.
- Henderson, S.E., & Sugden, D.A. (1992). *Movement Assessment Battery for Children*. London: Psychological Corporation.
- Hyoku, C., Shibukawa, K., Ae, M., Hashihara, Y., Yokoi, T., & Kawabata, A. (1984). Effect of dropping height on a buffer action in landing. *Proceedings for Japanese Society of Biomechanics* (pp. 203-207).
- Kellis, E. (2001). Plantar pressure distribution during barefoot standing, walking and landing in preschool boys. *Gait and Posture*, 14, 92-97.
- KISTLER *Operating and service instructions. Multicomponent Measuring Platform for Biomechanics and Industry*. Type 9281CA.
- Kourtessis, T., Tzetzis, G., Kioumourtzoglou, E., & Mavromatis, G. (2001). The effects of an intensive recreational program on children with movement difficulties. *New Zealand Journal of Disability Studies*, 9, 120-139.
- Larkin, D., & Hoare, D. (1992). The movement approach: a window to understanding the clumsy child. In J.J. Summers (Ed.), *Approaches to the Study of Motor Control and Learning* (pp. 413-439). Amsterdam: North Holland.
- Larkin, D., Hoare, D., Phillips, S., & Smith, K. (1988). Children with impaired coordination: Kinematic profiles of jumping and hopping movements. In D.E. Jones & T. Cuddihy (Eds.), *Progress through Refinement and Innovation* (pp. 67-72). Brisbane: Brisbane CAE Press.
- Larkin, D., & Parker, H.E. (1998). Teaching landing to children with and without developmental coordination disorder. *Pediatric Exercise Science*, 10, 123-136.
- Lees, A. (1981). Methods of impact absorption when landing from a jump. *Engineering in Medicine*, 10, 207-211.
- McKinley, P., & Pelland, L. (1994). Acquisition of anticipatory control during the execution of complex movements. In E. Fredrizzi, G Avanzini, & P Crenna (Eds.), *Motor Development in Children* (pp. 71-78). London: John Libbey.
- McNair, P.J., & Prapavessis, H. (1999). Normative data of vertical ground reaction forces during landing from a jump. *Journal of Science in Medicine and Sport*, 2, 86-88.
- McNitt-Gray, J.L. (1991). Kinematics and impulse characteristics of drop landings from three heights. *International Journal of Sport Biomechanics*, 7, 201-224.
- Miyahara, M., Tsujii, M., Hanai, T., Jongmans, M., Barnett, A., Henderson, S.E., et al. (1998). The Movement Assessment Battery for Children: A preliminary investigation of its usefulness in Japan. *Human Movement Science*, 17, 679-697.
- Monson, K., Larkin, D., & Parker, H. (1991). Developmental changes in ground reaction force of hopping-in-place. In P. O' Higgins (Ed.), *Human Biology: An Integrative Science. Proceeding of the 4th Annual Conference of the Australian Society for Human Biology*, (pp. 297-303). University of Western Australia, Nedlands: Centre for Human Biology.
- Myazaki, Y., Machida, S., Matsuda, H., Ikeda, H., Tachi, Y., & Hou, R.K. (1993). Development and shock-absorbability for landing during growth. In ICHPER, *36th World Congress Proceedings Creating Active Lifestyle: Health, Physical Education and Recreation in Lifelong Learning*, (pp. 128-133). Tokyo: ICHPER
- Nigg, B.M. (1985). Biomechanics, load analysis and sport injuries in the lower extremities. *Sports Medicine*, 2, 367-379.
- Nigg, B.M., Denoth, J., & Neukomm, P.A. (1981). Quantifying the load on the human body: Problems and some possible solutions. In A. Morecki, K. Fidelus, K. Kedzior, & S. Wit (Eds.), *Biomechanics VII-B* (pp. 1041-1052). Baltimore: University Park Press.
- O' Beirne, C., Larkin, D., & Cable, T. (1994). Coordination problems and anaerobic performance in children. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 11, 141-149.
- Pelland, L., McKinley, P., & Beuter, A. (1990). Age-dependent visual control of landing from a jump: In T. Brandt, W. Paulus, W. Bles, M. Dieterich, S. Krafczyk, & A. Straube (Eds.), *Disorders in Posture and Gait* (pp. 249-252). Stuttgart: Thieme.
- Raynor, A.J. (2001). Strength, power, and coactivation in children with developmental coordination disorder. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 3, 676 -684.
- Riggen, K.J., Ulrich, D.A., & Ozmun, J.C. (1990). Reliability and concurrent validity of the Test of Motor Impairment-Henderson Revision. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 7, 249-258.
- Rösblad, B., & Gard, L. (1998). The assessment of chil-

- dren with Developmental Coordination Disorders in Sweden: A preliminary investigation of the suitability of the Movement ABC. *Human Movement Science*, 17, 711-719.
- Schot, P.K., & Dufek, J.S. (1993). Landing performance, Part I: Kinematic, kinetic and neuromuscular aspects. *Medicine, Exercise, Nutrition and Health*, 2, 69-83.
- Smits-Engelsman, B.C.M., Henderson, S.E., & Michels, C.G.J. (1998). The assessment of children with Developmental Coordination Disorders in the Netherlands: The relationship between the Movement Assessment Battery for Children and the Korperkoordinations Test fur Kinder. *Human Movement Science*, 17, 699-709.
- Tant, C.L., & Wilkerson, J.D. (1990). Kinetic and kinematic characteristics of impacts from various heights experienced by children. In E. Kreighbaum, & A. McNeill (Eds.), *Biomechanics in Sport VI: Proceedings of the 6th International Symposium on Biomechanics in Sports* (pp. 295-305). Bozeman, MT: International Society of Biomechanics in Sports.
- Valiant, G.A., & Cavanagh, P.R. (1983). A study of landing from a jump: Implications for the design of a basketball shoe. In H. Matsui & K. Kobayashi (Eds.), *Biomechanics VIII-A* (pp 112-116). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Werner, P., & Rink (1989). Case studies of teacher effectiveness in second grade physical education. *Journal of Teaching in Physical Education*, 8, 280-297.
- Wright, H.C., & Sugden, D.A. (1998). A school based intervention program for children with Developmental Coordination Disorder. *European Journal of Physical Education*, 3, 35-50.
- Wright H.C., Sugden, D.A, Ng, R., & Tan, J. (1994). Identification of children with movement problems in Singapore: Usefulness of the Movement ABCB Checklist. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 11, 150-157.

