

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΟΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ αποτελούν το θεμέλιο της ανθρώπινης ανάπτυξης. Από τις πρώτες κιόλας εβδομάδες ζωής, το παιδί αλληλεπιδρά με τον κόσμο μέσα από τα αισθητήριά του συστήματα: αγγίζει, ακούει, βλέπει, γεύεται, κινείται και αισθάνεται το σώμα του. Κάθε εμπειρία που λαμβάνει από το περιβάλλον επεξεργάζεται, οργανώνεται και ερμηνεύεται από τον εγκέφαλο, δημιουργώντας τα πρώτα μοτίβα μάθησης, κοινωνικής σύνδεσης και αυτορρύθμισης. Χωρίς μια σταθερή και λειτουργική αισθητηριακή βάση, η εξέλιξη των δεξιοτήτων καθίσταται δυσκολότερη.

Η αισθητηριακή επεξεργασία αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο ο εγκέφαλος λαμβάνει, ταξινομεί και οργανώνει τα ερεθίσματα από το σώμα και το περιβάλλον. Η διαδικασία αυτή δεν είναι παθητική. Η αισθητηριακή επεξεργασία είναι δυναμική και διαρκώς εξελισσόμενη. Ένα λειτουργικό αισθητηριακό σύστημα επιτρέπει στο παιδί να εντοπίζει σημαντικά ερεθίσματα, να ανταποκρίνεται κατάλληλα στο περιβάλλον, να μαθαίνει μέσα από τις εμπειρίες του και να αναπτύσσει στρατηγικές προσαρμοστικής συμπεριφοράς.

Κατά την προσχολική ηλικία, ο εγκέφαλος παρουσιάζει υψηλή νευροπλαστικότητα. Αυτό σημαίνει ότι οι αισθητηριακές εμπειρίες καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο διαμορφώνονται οι νευρωνικές συνδέσεις. Έτσι, η ποιότητα και η ποσότητα των ερεθισμάτων παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη.

Η έγκαιρη εκπαιδευτική παρέμβαση αξιοποιεί τη νευροπλαστικότητα του εγκεφάλου. Μέσω της έγκαιρης εκπαιδευτικής παρέμβασης περιορίζεται ο κίνδυνος εμφάνισης δυσκολιών μάθησης, ενισχύεται η αυτορρύθμιση, διευκολύνεται η ανάπτυξη γλωσσικών και γνωστικών δεξιοτήτων, ενισχύεται η αυτονομία και η αυτοπεποίθηση του παιδιού και η κοινωνική ένταξή του.

Στο παρόν βιβλίο γίνεται συζήτηση για τη σημαντικότητα του ρόλου των αισθητηριακών συστημάτων στην ανάπτυξη του παιδιού εστιάζοντας

στο απτικό αισθητηριακό σύστημα, στη διαδικασία της αξιολόγησης και εκπαιδευτικής παρέμβασης για την ανάπτυξη των απτικών δεξιοτήτων. Στο πρώτο μέρος του βιβλίου παρουσιάζονται τα αισθητηριακά συστήματα και αναδεικνύεται η σημαντικότητά τους για την ανάπτυξη του παιδιού. Περιγράφονται οι δυσκολίες αισθητηριακής επεξεργασίας δίνοντας έμφαση στην απτική αμυντικότητα, καθώς και οι απτικές διερευνητικές συμπεριφορές και στρατηγικές. Επίσης, πραγματοποιείται συζήτηση γύρω από τη διαδικασία της αξιολόγησης και των προσεγγίσεων που χρησιμοποιούνται σε διεθνές και εθνικό επίπεδο, και παρουσιάζονται ερευνητικά τεκμηριωμένες προσεγγίσεις εκπαιδευτικών παρεμβάσεων που έχουν ως στόχο την ανάπτυξη των απτικών δεξιοτήτων των παιδιών.

Ο λόγος για την έμφαση στις απτικές δεξιότητες των παιδιών είναι ότι διαχρονικά οι ερευνητές αλλά και οι επαγγελματίες δίνουν προτεραιότητα στην αίσθηση της όρασης κατά τον σχεδιασμό των εκπαιδευτικών παρεμβάσεων. Οι εκπαιδευτικές παρεμβάσεις οργανώνονται κυρίως γύρω από οπτικά ερεθίσματα. Ωστόσο, αυτό συχνά οδηγεί σε παραγκωνισμό των απτικών δεξιοτήτων. Οι απτικές δεξιότητες δεν αφορούν μόνο στην αναγνώριση ιδιοτήτων των αντικειμένων όπως θερμοκρασία και υφή. Οι απτικές δεξιότητες έχουν άμεση σύνδεση με τη σωματογνωσία, την αίσθηση της ασφάλειας, της αυτορρύθμισης, της συναισθηματικής σταθερότητας και της αυτονομίας. Η αφή είναι η πρώτη αίσθηση που αναπτύσσει ο άνθρωπος και τα πρώτα ερεθίσματα που λαμβάνει στη ζωή του είναι απτικά. Το βρέφος βασίζεται κυρίως σε απτικές και ιδιοδεκτικές πληροφορίες για να αλληλεπιδράσει και να κατανοήσει το περιβάλλον γύρω του.

Οι απτικές και κινητικές εμπειρίες των πρώτων χρόνων της ζωής του παιδιού είναι η βάση για την ανάπτυξη γνωστικών, επικοινωνιακών, ακαδημαϊκών και κοινωνικών δεξιοτήτων και της αυτονομίας του. Η τοποθέτηση της αφής στο επίκεντρο της συζήτησης των ερευνητών και των επαγγελματιών είναι αναγκαία, καθώς θα βοηθήσει σημαντικά στον σχεδιασμό πιο ολοκληρωμένων εκπαιδευτικών παρεμβάσεων που ανταποκρίνονται στις μοναδικές ανάγκες κάθε παιδιού.

Στο δεύτερο μέρος του βιβλίου παρουσιάζεται αναλυτικά ένα εργαλείο αξιολόγησης λειτουργικών απτικών συμπεριφορών, το οποίο σχεδιάστηκε με σκοπό να ανταποκρίνεται στις ανάγκες της έγκαιρης εκπαιδευτικής παρέμβασης. Το εργαλείο επιτελεί έναν διττό ρόλο. Αφενός λειτουργεί ως μέσο συστηματικής αξιολόγησης των απτικών δεξιοτήτων των παιδιών επιτρέποντας την καταγραφή του επιπέδου των απτικών δεξιοτήτων σε καθημερινές δραστηριότητες μέσα από σαφώς προσδιορισμένους άξονες. Αφετέρου, το ίδιο το εργαλείο αποτελεί βάση για τη διαμόρφωση ενός πρωτοκόλλου εκπαιδευτικής παρέμβασης με στόχο την ανάπτυξη των

απτικών δεξιοτήτων των παιδιών. Τα ευρήματα που προκύπτουν από τη διαδικασία της αξιολόγησης μεταφράζονται άμεσα σε εκπαιδευτικούς στόχους διασφαλίζοντας τη σύνδεση της αξιολόγησης και της εκπαιδευτικής πράξης.

Για την ενίσχυση αυτής της διαδικασίας προτείνεται ποικιλία δραστηριοτήτων και υλικών. Οι δραστηριότητες οργανώνονται με μια διαβάθμιση δυσκολίας και παράλληλα δίνεται έμφαση στα οικεία υλικά ώστε να ενισχύεται η ενεργός συμμετοχή του παιδιού και να προάγεται η γενίκευση των δεξιοτήτων σε διαφορετικά πλαίσια.

Αισθητηριακά συστήματα και ανάπτυξη

Βασικά αισθητηριακά συστήματα και ο ρόλος τους

ΤΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ είναι οι μηχανισμοί που επιτρέπουν στο άτομο να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του. Συχνά περιγράφονται ως εξειδικευμένοι μηχανισμοί που μετασχηματίζουν τα φυσικά ή χημικά ερεθίσματα από το περιβάλλον σε νευρικά σήματα τα οποία επεξεργάζεται ο εγκέφαλος (Hudspeth & Logothetis, 2000). Τα αισθητηριακά συστήματα είναι ποικίλα. Σύμφωνα με τον Αριστοτέλη, τα αισθητηριακά συστήματα είναι πέντε: (α) όραση, (β) ακοή, (γ) όσφρηση, (δ) γεύση και (ε) αφή. Στην πραγματικότητα, και σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, το ανθρώπινο σώμα έχει περισσότερα αισθητηριακά συστήματα. Πιο συγκεκριμένα, τα αισθητηριακά συστήματα είναι επτά: (α) το οπτικό σύστημα, (β) το ακουστικό σύστημα, (γ) το γευστικό σύστημα, (δ) το οσφρητικό σύστημα, (ε) το απτικό σύστημα, (στ) το αιθουσαίο σύστημα, (ζ) το ιδιοδεκτικό σύστημα και (η) το ενδοδεκτικό σύστημα (Πίνακας 1) (Bear, Connors, & Paradiso, 2020· Kandel et al., 2013· Purves et al., 2018· Ritchie & Carruthers, 2015· Shepherd, 2004).

Μέσω της πρόσληψης των περιβαλλοντικών ερεθισμάτων και της επεξεργασίας αυτών, τα αισθητηριακά συστήματα καθιστούν δυνατή την αντίληψη, την κίνηση, την επικοινωνία και την προσαρμοστική συμπεριφορά. Επομένως, η λειτουργία των αισθητηριακών συστημάτων συνδέεται άμεσα με την ανάπτυξη, τη μάθηση, την κοινωνική συμπεριφορά και την αυτονομία (Goldstein, 2018).

1.1. Οπτικό σύστημα

Το οπτικό σύστημα επιτρέπει την ανίχνευση και επεξεργασία φωτεινών ερεθισμάτων του περιβάλλοντος (π.χ. φως, χρώμα, μορφή και κίνηση). Στη συνέχεια, μετασχηματίζει αυτές τις πληροφορίες σε ηλεκτρικά σήματα, τα οποία μεταφέρονται από τον αμφιβληστροειδή μέσω του οπτικού νεύρου στον εγκέφαλο για υψηλότερη επεξεργασία. Αυτή η διαδικασία ξεκινά με τους φωτοϋποδοχείς και συνεχίζει μέσω του έξω γονατώδους πυρήνα του θαλάμου προς τον οπτικό φλοιό. Εκεί τα οπτικά σήματα αποκωδικοποιούνται σε βασικά χαρακτηριστικά της όρασης, όπως αντίθεση, κίνηση και χρώμα (Πίνακας 1) (Zhang et al., 2024). Στη συνέχεια, οι πληροφορίες αυτές κατανέμονται σε εξειδικευμένες οδούς επεξεργασίας για περαιτέρω ανάλυση. Πιο συγκεκριμένα, η κοιλιακή οδός εμπλέκεται στην αναγνώριση αντικειμένων και μορφής, ενώ η ραχιαία οδός στην επεξεργασία χωρικών και κινητικών πληροφοριών. Αυτή η λειτουργική εξειδίκευση επιτρέπει στο οπτικό σύστημα να κατασκευάσει μια ολοκληρωμένη και συνεκτική αναπαράσταση του περιβάλλοντος, που μπορεί να καθοδηγήσει την αντίληψη, τον χωρικό προσανατολισμό και την προσαρμοστική συμπεριφορά (Ritchie, Montesinos, & Carter, 2024).

Το οπτικό σύστημα συμβάλλει σημαντικά στον σχηματισμό σύνθετων γνωστικών αναπαραστάσεων, που υποστηρίζουν διαδικασίες όπως η συγκέντρωση, η επιλογή σχετικών πληροφοριών και η πρόβλεψη χωρικών αλλαγών (Palmer, 1999). Ταυτόχρονα, πρόσφατες μελέτες τονίζουν ότι το οπτικό σύστημα δεν περιορίζεται μόνο στην αναγνώριση των αντικειμένων αλλά περιλαμβάνει και την επεξεργασία χαρακτηριστικών όπως απόσταση και προσανατολισμός, υποδεικνύοντας έναν ευρύτερο λειτουργικό ρόλο πέρα από την απλή κατηγοριοποίηση της μορφής (Trafton, 2025). Η όραση παίζει καίριο ρόλο στον προσανατολισμό στον χώρο, στην αναγνώριση αντικειμένων και προσώπων, και την ασφαλή πλοήγηση στο περιβάλλον, ενώ ταυτόχρονα επηρεάζει την επιλογή και το φιλτράρισμα των πληροφοριών μέσω μηχανισμών προσοχής (Carrasco, 2011).

1.2. Ακουστικό σύστημα

Το ακουστικό σύστημα επιτρέπει την ανίχνευση ηχητικών κυμάτων και την ερμηνεία τους ως σημασιολογικά και περιβαλλοντικά σήματα μέσω της μετατροπής μηχανικών δονήσεων σε ηλεκτρικά σήματα που

ταξιδεύουν από το αφτί στον εγκέφαλο. Εκεί επεξεργάζονται περισσότερο στον ακουστικό φλοιό και σε νευρωνικά συστήματα υψηλότερου επιπέδου, συμπεριλαμβανομένων των περιοχών που εμπλέκονται στην αναγνώριση ομιλίας και των ήχων (Yost, 2021).

Η ακουστική αντίληψη είναι μια πολυδιάστατη λειτουργία, η οποία περιλαμβάνει την ακουστική διάκριση, την αναγνώριση προτύπων ήχων και την ακουστική μνήμη, και η αποτελεσματική λειτουργία της είναι κρίσιμη για την επικοινωνία (Lorenzi et al., 2023· Skarżyński et al., 2024). Η ακουστική αντίληψη διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στην ανάπτυξη της επικοινωνίας, του προφορικού λόγου και της γλωσσικής ικανότητας, καθώς η σωστή επεξεργασία ακουστικών σημάτων επιτρέπει στον εγκέφαλο να αναλύει φωνητικά χαρακτηριστικά, όπως συχνότητα και χρονική δομή, που είναι απαραίτητα για την αναγνώριση φωνημάτων και λέξεων. Πρόσφατες μελέτες έχουν αναδείξει ότι η ακουστική αντίληψη του χώρου είναι επίσης καθοριστική για τον χωρικό προσανατολισμό και την ασφάλεια, και εξαρτάται από περίπλοκους μηχανισμούς όπως οι διμερείς διαφορές χρόνου και έντασης που επεξεργάζεται το ακουστικό σύστημα (Carlini, Bordeaux, & Ambard, 2024· Greif et al., 2025).

1.3. Γευστικό σύστημα

Το γευστικό σύστημα είναι υπεύθυνο για την αντίληψη της γεύσης. Η αντίληψη της γεύσης είναι μια σύνθετη διαδικασία μέσω της οποίας το άτομο ανιχνεύει και ερμηνεύει χημικές ουσίες από τα αντικείμενα, τρόφιμα και υγρά που συναντά το γευστικό σύστημα. Η αντίληψη της γεύσης είναι ζωτικής σημασίας, καθώς επιτρέπει την αναγνώριση θρεπτικών ουσιών αλλά και την αποφυγή των τοξικών ή επιβλαβών ουσιών (Chaudhari & Roper, 2010). Αναφέρεται πως το γευστικό σύστημα λειτουργεί ήδη πριν από τη γέννηση. Μελέτες αναδεικνύουν ότι τα έμβρυα μπορούν να αντιλαμβάνονται χημικές ουσίες στην αμνιακή κοιλότητα και εκδηλώνουν διακριτές αντιδράσεις σε διαφορετικές κατηγορίες γεύσεων, όπως, για παράδειγμα, μπορεί να δείχνουν μια προτίμηση στη γλυκιά γεύση (Nicklaus, Boggio, & Issanchou, 2005). Οι γευστικοί υποδοχείς βρίσκονται κυρίως στους γευστικούς κάλυκες, οι οποίοι είναι κατανομημένοι σε διάφορες περιοχές του στόματος, συμπεριλαμβανομένων της μαλακής υπερώα και του φάρυγγα. Ωστόσο, ο μεγαλύτερος αριθμός γευστικών υποδοχέων βρίσκεται στις θηλές

της γλώσσας. Κάθε ένας γευστικός κάλυκας περιέχει πολλά κύτταρα εξειδικευμένα στην ανίχνευση των πέντε βασικών γεύσεων: γλυκό, αλμυρό, πικρό, ξινό και ουμάμι (Tuzim & Korolczuk, 2021).

Η αντίληψη της γεύσης ξεκινά όταν οι χημικές ουσίες από την τροφή διαλύονται στο σάλιο και διεγείρουν τα γευστικά κύτταρα. Αυτή η διέγερση μετατρέπεται σε ηλεκτρικά σήματα που μεταδίδονται μέσω των κρανιακών νεύρων στο κεντρικό νευρικό σύστημα, όπου πραγματοποιείται η επεξεργασία και η ερμηνεία της γεύσης (Chaudhari & Roper, 2010· Shepherd, 2006). Το γευστικό σύστημα συνδέεται άμεσα με την πρόσληψη τροφής και ενέργειας. Η ικανότητα διάκρισης μεταξύ διαφορετικών γεύσεων επηρεάζει άμεσα τις επιλογές τροφίμων, γεγονός που ασκεί επίδραση στη θρεπτική πρόσληψη και κατά συνέπεια στη σωματική ανάπτυξη (Mishra & Mewani, 2025). Επιπλέον, η λειτουργία του γευστικού συστήματος συνδέεται με τη ρύθμιση της όρεξης, την επεξεργασία των διατροφικών πληροφοριών και την ενεργειακή ομοιόσταση, παρέχοντας τη δυνατότητα στον εγκέφαλο να διευκολύνει συμπεριφορές που υποστηρίζουν την ισορροπημένη πρόσληψη τροφής (Mishra & Mewani, 2025).

1.4. Οσφρητικό σύστημα

Το οσφρητικό σύστημα επιτρέπει την αντίληψη των οσμών μέσω της ανίχνευσης πτητικών χημικών ουσιών (Shepherd, 2004). Η ικανότητα αυτή επιτρέπει στο άτομο να αντιλαμβάνεται το περιβάλλον του με τρόπο που επηρεάζει σημαντικά την επιβίωση και την προσαρμογή του. Το οσφρητικό σύστημα χρησιμεύει στην αναγνώριση τροφίμων, στην αποφυγή επιβλαβών ουσιών, καθώς και σε διάφορες κοινωνικές αντιδράσεις και συμπεριφορές (Mori, Nagao, & Yoshihara, 1999). Επιπλέον, η αίσθηση της όσφρησης συμβάλλει στη διαμόρφωση της γευστικής εμπειρίας, καθώς η γεύση και η όσφρηση συνδυάζονται για να δημιουργήσουν την αντίληψη της γεύσης (Shepherd, 2006).

Οι πτητικές ουσίες που εκπέμπονται από διάφορα αντικείμενα ή οργανισμούς εισέρχονται στη ρινική κοιλότητα και έρχονται σε επαφή με το οσφρητικό επιθήλιο, όπου βρίσκονται οι οσφρητικοί υποδοχείς (Wilson & Stevenson, 2006). Οι οσφρητικοί υποδοχείς είναι νευρικά κύτταρα που έχουν εξειδικευμένους υποδοχείς πρωτεϊνών σχεδιασμένους να αναγνωρίζουν συγκεκριμένες μοριακές δομές των οσμών (Buck & Axel, 1991). Η σύνδεση αυτών των μορίων στους υποδοχείς ενεργοποιεί

μια σύνθετη βιοχημική οδό, που μετατρέπει τις χημικές πληροφορίες σε ηλεκτρικά σήματα. Αυτά τα σήματα προωθούνται μέσω των οσφρητικών νευρώνων στον οσφρητικό βολβό, όπου εκεί γίνεται μια πρώτη φάση επεξεργασίας και φιλτραρίσματος (Shepherd, 2004). Από εκεί, οι πληροφορίες διαβιβάζονται σε ανώτερα κέντρα του εγκεφάλου, όπως ο οσφρητικός φλοιός, ο υποθάλαμος και το μεταχιακό σύστημα, το οποίο εμπλέκεται στη ρύθμιση των συναισθημάτων και της μνήμης (Gottfried, 2010). Η άμεση σύνδεση με αυτά τα κέντρα εξηγεί γιατί οι οσμές συχνά προκαλούν ισχυρές συναισθηματικές αντιδράσεις και αναμνήσεις.

Το οσφρητικό σύστημα παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του ατόμου από τις πρώτες μέρες της ζωής του, καθώς η αίσθηση της όσφρησης έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζει σημαντικές διαδικασίες συμπεριφοράς, κοινωνικούς δεσμούς ακόμη και διατροφικές προτιμήσεις. Η οσφρητική ικανότητα είναι παρούσα ήδη από τη βρεφική ηλικία και συνεχίζει να αναπτύσσεται καθώς το παιδί μεγαλώνει. Η λειτουργία της όσφρησης από τις πρώτες μέρες ζωής ενός παιδιού τού παρέχει κρίσιμες πληροφορίες για το περιβάλλον και το κοινωνικό του πλαίσιο (Schaal, 1988). Επιπλέον, η αίσθηση της όσφρησης διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ενίσχυση του δεσμού μεταξύ μητέρας και παιδιού. Οι μητρικές οσμές χρησιμεύουν ως κοινωνικά σήματα για το βρέφος, καθοδηγώντας το να εντοπίζει και να προσεγγίζει τη μητέρα του. Αυτή η διαδικασία επηρεάζει σημαντικά τη συναισθηματική ασφάλεια του παιδιού καθώς και τη ρύθμιση των συναισθημάτων του (Schaal et al., 2020).

1.5. Αιθουσαίο σύστημα

Το αιθουσαίο σύστημα είναι από τα πρώτα αισθητήρια συστήματα που λειτουργούν σε ένα παιδί και συνεχίζει να ωριμάζει καθ' όλη τη διάρκεια της παιδικής ηλικίας. Το αιθουσαίο σύστημα βρίσκεται στο έσω αφτί και ανιχνεύει την κίνηση και τη θέση του κεφαλιού σε σχέση με τη βαρύτητα. Παρέχει συνεχείς πληροφορίες στον εγκέφαλο, επιτρέποντας την αντίληψη της ισορροπίας, της θέσης του σώματος και των κινήσεων του σώματος στον χώρο. Αυτό το σύστημα βασίζεται σε εξειδικευμένους υποδοχείς στο εσωτερικό αφτί, οι οποίοι ανιχνεύουν γραμμικές και περιστροφικές επιταχύνσεις του κεφαλιού, διαδραματίζοντας κύριο ρόλο στη ρύθμιση της στάσης του σώματος και της κινητικότητας (Angelaki & Cullen, 2008).

Το αιθουσαίο σύστημα είναι απαραίτητο για την εκτέλεση βασικών λειτουργιών, όπως η σταθεροποίηση της όρασης κατά την κίνηση (μέσω αντανάκλαστικού των οφθαλμικών κινήσεων), ο έλεγχος της στάσης του σώματος και η διατήρηση της ισορροπίας (Horak, 2006). Λόγω του σημαντικού ρόλου του, το αιθουσαίο σύστημα συμβάλλει στην ανάπτυξη των αιθουσαίων νευρικών δικτύων και ενισχύει τη συντονισμένη κινητική συμπεριφορά. Επίσης, το αιθουσαίο σύστημα συμβάλλει στην αντίληψη του χώρου και τη θέση του σώματος μέσα σε αυτόν. Γι' αυτόν τον λόγο τα παιδιά μπορούν και αντιλαμβάνονται τη σχέση του σώματός τους με τα αντικείμενα και τα πρόσωπα του χώρου, αναπτύσσουν την αίσθηση του προσανατολισμού και αλληλεπιδρούν αποτελεσματικά με το περιβάλλον. Το αιθουσαίο σύστημα μέσα από τη συνεργασία του με τα άλλα αισθητηριακά συστήματα, όπως το οπτικό και το ιδιοδεκτικό, βοηθά το παιδί να διατηρεί την οπτική σταθερότητα, να συντονίζει τα μάτια με τις κινήσεις του σώματος και να ολοκληρώνει σύνθετες κινητικές λειτουργίες (π.χ. ανάγνωση, γραφή, συμμετοχή σε κινητικά παιχνίδια) (Wiener-Vacher, Hamilton, & Wiener, 2013).

1.6. Ιδιοδεκτικό σύστημα

Το ιδιοδεκτικό σύστημα είναι ένας μηχανισμός ο οποίος επιτρέπει στο άτομο να αντιλαμβάνεται τη θέση, την κίνηση και την ένταση των μυών του σώματος (Proske & Gandevia, 2012). Σε αυτό το σύστημα οι πληροφορίες προέρχονται από εξειδικευμένους υποδοχείς, όπως οι μυϊκές άτρακτοι και τα τενόντια σωμάτια του Golgi, οι οποίοι ανιχνεύουν μεταβολές στο μήκος των μυών, στην τάση των τενόντων και στη θέση των αρθρώσεων. Μέσω αυτών των μηχανισμών, το σύστημα συμβάλλει στη ρύθμιση του μυϊκού τόνου, στον έλεγχο της στάσης του σώματος και στον κινητικό συντονισμό (Iannotta et al., 2025). Οι πληροφορίες αυτές μεταφέρονται μέσω αισθητικών νευρικών οδών στον νωτιαίο μυελό και στη συνέχεια στον εγκεφαλικό φλοιό και την παρεγκεφαλίδα, όπου μαζί με άλλες αισθητηριακές πληροφορίες συμβάλλουν στην παραγωγή ομαλών και ακριβών κινήσεων (Kandel, Schwartz, & Jessell, 2000). Μέσα από αυτή τη διαδικασία, η συνεχής ροή ιδιοδεκτικών πληροφοριών επιτρέπει στο άτομο να προσαρμόζει άμεσα τη θέση του σώματος, ακόμη και υπό συνθήκες χαμηλής ορατότητας ή κατά την εκτέλεση σύνθετων κινητικών ενεργειών. Το ιδιοδεκτικό σύστημα μέσα από τη συνεχή αλληλεπίδραση με τα άλλα αισθητηριακά συστήματα

—οπτικό και ακουστικό— διασφαλίζει την προσαρμογή του ανθρώπινου σώματος στο περιβάλλον και στηρίζει την ανάπτυξη σύνθετων μορφών κίνησης και συμπεριφοράς (Guilbert, Jouen, & Molina, 2018).

Συνεπώς, κατά την παιδική ηλικία η ικανότητα του παιδιού να μετακινεί το σώμα του με ακρίβεια αλλά και σταθερότητα εξαρτάται από το ιδιοδεκτικό σύστημα. Το ιδιοδεκτικό σύστημα δίνει την ευκαιρία στο παιδί να γνωρίζει πού βρίσκεται το σώμα του και πώς κινούνται τα μέλη του, δηλαδή αναπτύσσει τη σωματογνωσία (Iannotta et al., 2025· Marini et al., 2017).

1.7. *Ενδοδεκτικό σύστημα*

Το ενδοδεκτικό σύστημα δίνει τη δυνατότητα στο άτομο να κατανοεί τι συμβαίνει μέσα στο σώμα του, δηλαδή αναφέρεται στην ικανότητα του οργανισμού να αντιλαμβάνεται και να επεξεργάζεται εσωτερικές πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση των εσωτερικών οργάνων (π.χ. καρδιά, πνεύμονες, ουροδόχος κύστη) και την ομοιόσταση του σώματος (Πίνακας 1). Οι πληροφορίες που λαμβάνει ο εγκέφαλος μέσω του ενδοδεκτικού συστήματος αφορούν την πείνα, τη δίψα, τους καρδιακούς παλμούς, την αναπνοή, τη θερμοκρασία, τον πόνο και άλλες καταστάσεις (Berntson & Khalsa, 2021). Επιπλέον, το ενδοδεκτικό σύστημα δεν περιορίζεται μόνο στη διατήρηση της εσωτερικής ισορροπίας του οργανισμού, αλλά συμβάλλει και στη ρύθμιση των συναισθημάτων, γνωστικών διαδικασιών και συμπεριφορών, καθώς επηρεάζει την «αντίληψη του εαυτού», μια έννοια ζωτικής σημασίας για τη συναισθηματική επεξεργασία και ρύθμιση (Chen et al., 2021· Tsakiris & Critchley, 2016).

1.8. *Απτικό σύστημα*

Το απτικό σύστημα επιτρέπει στο άτομο να προσλάβει και να επεξεργαστεί ερεθίσματα του περιβάλλοντος μέσω της αφή. Η αφή είναι η πρώτη αίσθηση που αναπτύσσεται από την περίοδο της κύησης (Gallace & Spence, 2014). Κατ' επέκταση, τα πρώτα ερεθίσματα που λαμβάνει ένα άτομο είναι απτικά (Bremner & Spence, 2017). Οι υποδοχείς στο δέρμα και στο τρίδυμο νεύρο ωριμάζουν περίπου στις 4-7 εβδομάδες κύησης. Στις 7 εβδομάδες κύησης το έμβρυο θα κινηθεί αν κάτι αγγίξει τα χείλη του (Hooker, 1952). Αν και αυτή η πρώιμη εμφάνιση της

απτικής λειτουργίας ακολουθείται πολύ γρήγορα από την αιθουσαία λειτουργία, η ακουστική και οπτική λειτουργία παρατηρούνται για πρώτη φορά πολύ αργότερα.

Το δέρμα έχει έκταση περίπου $1,8\text{m}^2$ και βάρος περίπου 4 κιλά (Jones & Smith, 2014). Επομένως, αποτελεί το μεγαλύτερο όργανο του ανθρώπινου σώματος. Για τη λειτουργία του απτικού συστήματος ευθύνονται εξειδικευμένοι υποδοχείς στο δέρμα και στους ιστούς που αντιδρούν σε μηχανικά ερεθίσματα. Αυτοί οι υποδοχείς του δέρματος διακρίνονται σε τέσσερις βασικούς τύπους: τα σωματίδια Meissner, τα σωματίδια Pacini, τους δίσκους Merkel και τα σωματίδια Ruffini. Κάθε είδος υποδοχέα παρουσιάζει διαφορετικά λειτουργικά χαρακτηριστικά και εξειδίκευση ως προς το είδος του ερεθίσματος που ανιχνεύει (Kandel et al., 2013). Αυτοί οι διάφοροι τύποι υποδοχέων είναι ευαίσθητοι σε διαφορετικά είδη ερεθισμάτων, συμπεριλαμβανομένων της πίεσης, της θερμοκρασίας, του πόνου, του κνησμού, της δόνησης και ούτω καθεξής. Το δέρμα περιλαμβάνει πολλούς διαφορετικούς τύπους υποδοχέων που ανταποκρίνονται στην υφή, στο σχήμα, στην πίεση, στη θερμοκρασία, στη δόνηση και στον πόνο (Bear, Connors, & Paradiso, 2025). Επομένως, αποτελεί βασικό παράγοντα στην αλληλεπίδραση του οργανισμού με το περιβάλλον του και στην προστασία του σώματος από βλαβερές επιδράσεις.

Η απτική ευαισθησία δεν είναι ομοιόμορφη σε όλη την επιφάνεια του σώματος. Υπάρχουν περιοχές με υψηλότερα επίπεδα ευαισθησίας σε σύγκριση με άλλες. Οι πιο ευαίσθητοι υποδοχείς βρίσκονται σε περιοχές όπως το πρόσωπο, το πίσω μέρος του λαιμού, το στήθος, το χέρι (άνω μέρος), τα δάχτυλα, τα πέλματα των ποδιών και ανάμεσα στα πόδια (Dargahi & Najarian, 2004). Για παράδειγμα, τα χείλη είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στην πίεση και οι άκρες των δαχτύλων διακρίνουν ποικιλία ιδιοτήτων των αντικειμένων. Αντίθετα, το κάτω μέρος του ποδιού δεν έχει αυτές τις δεξιότητες.

Αν και ο μηχανισμός μεταγωγής στο ανθρώπινο δέρμα έχει χημικά χαρακτηριστικά, η συνέπεια της διέγερσης είναι μια απόκριση ηλεκτρικής εκκένωσης που αναφέρεται ως «πυρόλυση». Αυτές οι αποκρίσεις μεταφέρονται στον εγκέφαλο μέσω αρκετών περίπλοκων οδών. Αυτές οι ηλεκτρικές εκκενώσεις, με τη σειρά τους, μεταδίδονται στο κεντρικό νευρικό σύστημα για περαιτέρω επεξεργασία (Dargahi & Najarian, 2004).

Στη βιβλιογραφία προτείνεται ότι η διαδικασία της αφής αποτελείται από δύο φάσεις (Lazzarini, Magni, & Dario, 1995):

1. Στην πρώτη φάση, γίνεται η αρχική επαφή με ένα αντικείμενο και το αντικείμενο ταξινομείται σύμφωνα με κριτήρια επικινδυνότητας ή ασφάλειας.
2. Στη δεύτερη φάση, τα δάχτυλα και το χέρι χρησιμοποιούνται για τον χειρισμό του αντικειμένου, προκειμένου να προσδιοριστούν τα χαρακτηριστικά της επιφάνειας του αντικειμένου (Rininsland, 1993).

Και στις δύο φάσεις, ο ρόλος των αισθητήριων μονάδων του δέρματος είναι ουσιώδης. Επιπλέον, φαίνεται πως η διαδικασία της αφής εξαρτάται επίσης από πληροφορίες μη δερματικές, πληροφορίες που λαμβάνει από τους μυς, τις αρθρώσεις, τους συνδέσμους και άλλες βαθιές δομές (Bremner & Spence, 2017). Φαίνεται πιθανό ότι αυτές οι μονάδες είναι ιδιαίτερα σημαντικές για τη σύνθετη απτική λειτουργία.

Δεδομένου ότι η αφή διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στην πρώιμη ανάπτυξη, είναι λογικό να υποθέσει κανείς ότι η απτική αντίληψη έχει μεγάλη σημασία για τον αναπτυσσόμενο οργανισμό.

Πίνακας 1. Τα αισθητηριακά συστήματα

Αισθητηριακό σύστημα	Πληροφορίες
Οπτικό	Φως, χρώμα, σχήματα, κίνηση
Ακουστικό	Ήχοι, συχνότητες
Γευστικό	Αναγνώριση θρεπτικών ουσιών, αποφυγή των τοξικών ή επιβλαβών ουσιών
Οσφρητικό	Οσμές, επιβλαβείς ουσίες
Αιθουσαίο	Ισορροπία και επιτάχυνση
Ιδιοδεκτικό	Θέση και κίνηση μελών
Ενδοδεκτικό	Εσωτερικές καταστάσεις οργάνων
Απτικό	Αφή, πίεση, δόνηση, πόνος, θερμοκρασία

Συνολικά, τα αισθητηριακά συστήματα αποτελούν το θεμέλιο της ανθρώπινης εμπειρίας και συμπεριφοράς. Κανένα αισθητήριο σύστημα δεν λειτουργεί απολύτως αυτόνομα αλλά συνεργάζεται και αλληλεπιδρά με τα υπόλοιπα. Η ολοκληρωμένη λειτουργία τους υποστηρίζει

την αντίληψη, τη μάθηση, την κίνηση και την κοινωνική αλληλεπίδραση. Η διερεύνηση των αισθητηριακών συστημάτων έχει σημαντικές εφαρμογές στους τομείς της ψυχολογίας, της νευροεπιστήμης, της ειδικής αγωγής και της κλινικής πρακτικής, αναδεικνύοντας τον κεντρικό ρόλο τους στην ανθρώπινη ανάπτυξη και λειτουργικότητα.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- Angelaki, D. E., & Cullen, K. E. (2008). Vestibular system: the many facets of a multimodal sense. *Annual Review of Neuroscience*, 31(1), 125-150. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.31.060407.125555>
- Bear, M., Connors, B., & Paradiso, M. A. (2025). *Neuroscience: Exploring the brain*. Jones & Bartlett Learning.
- Berntson, G. G., & Khalsa, S. S. (2021). Neural Circuits of Interoception. *Trends in Neurosciences*, 44(1), 17-28. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2020.09.011>
- Bremner, A. J., & Spence, C. (2017). The development of tactile perception. *Advances in Child Development and Behavior*, 52, 227-268. <https://doi.org/10.1016/bs.acdb.2016.12.002>
- Buck, L., & Axel, R. (1991). A novel multigene family may encode odorant receptors: a molecular basis for odor recognition. *Cell*, 65(1), 175-187. [https://doi.org/10.1016/0092-8674\(91\)90418-x](https://doi.org/10.1016/0092-8674(91)90418-x)
- Carlini, A., Bordeau, C., & Ambard, M. (2024). Auditory localization: A comprehensive practical review. *Frontiers in Psychology*, 15, 1408073. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1408073>
- Carrasco, M. (2011). Visual attention: The past 25 years. *Vision Research*, 51(13), 1484-1525. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2011.04.012>
- Chaudhari, N., & Roper, S. D. (2010). The cell biology of taste. *The Journal of Cell Biology*, 190(3), 285. <https://doi.org/10.1083/jcb.201003144>
- Chen, W. G., Schloesser, D., Arensdorf, A. M., Simmons, J. M., Cui, C., Valentino, R., Gnadt, J. W., Nielsen, L., Hillaire-Clarke, C. S., Spruance, V., Horowitz, T. S., Vallejo, Y. F., & Langevin, H. M. (2021). The Emerging Science of Interoception: Sensing, Integrating, Interpreting, and Regulating Signals within the Self. *Trends in Neuroscience*, 44(1), 3-16. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2020.10.007>
- Dargahi, J., & Najarian, S. (2004). Human tactile perception as a standard for artificial tactile sensing – A review. *The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery*, 1(1), 23-35. <https://doi.org/10.1002%2Frcs.3>
- Gallace, A., & Spence, C. (2014). *In touch with the future: The sense of touch from cognitive neuroscience to virtual reality*. OUP Oxford.
- Goldstein, E. B. (2018). *Sensation and perception* (10th ed.). Cengage Learning.
- Gottfried, J. A. (2010). Central mechanisms of odour object perception. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(9), 628-641. <https://doi.org/10.1038/nrn2883>

- Greif, T., Barumerli, R., Ignatiadis, K., Tóth, B., & Baumgartner, R. (2025). The role of spatial perception in auditory looming bias: Neurobehavioral evidence from impossible ears. *Frontiers in Neuroscience*, 19, 1645936. <https://doi.org/10.3389/fnins.2025.1645936>
- Guilbert, J., Jouen, F., & Molina, M. (2018). Motor imagery development and proprioceptive integration: Which sensory reweighting during childhood?. *Journal of Experimental Child Psychology*, 166, 621-634. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.09.023>
- Hooker, D. (1952). *The prenatal origin of behavior*. University of Kansas Press.
- Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls?. *Age and Ageing*, 35(suppl_2), ii7-ii11. <https://doi.org/10.1093/ageing/af077>
- Hudspeth, A. J., & Logothetis, N. K. (2000). Sensory systems. *Current Opinion in Neurobiology*, 10(5), 631-641. [https://doi.org/10.1016/S0959-4388\(00\)00133-1](https://doi.org/10.1016/S0959-4388(00)00133-1)
- Iannotta, A., Mongold, S. J., Yildiran Carlak, E., Georgiev, C., Cabaraux, P., Van Dyck, D., ..., & Bourguignon, M. (2025). Proprioceptive and visual motion detection acuity contribute to children's dynamic postural control. *Scientific Reports*, 15(1), 41090. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-24975-9>
- Jones, L. A., & Smith, A. M. (2014). Tactile sensory system: Encoding from the periphery to the cortex. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Systems Biology and Medicine*, 6(3), 279-287. <https://doi.org/10.1002/wsbm.1267>
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., & Jessell, T. M. (2000). *Principles of neural science* (4th ed.). McGraw-Hill.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S. A., & Hudspeth, A. J. (2013). *Principles of neural science* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Lazzarini, R., Magni, R., & Dario, P. (1995). A tactile array sensor layered in an artificial skin. In *Proceedings 1995 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. Human Robot Interaction and Cooperative Robots* (Vol. 3, pp. 114-119). IEEE.10.1109/IROS.1995.525871.
- Lorenzi, C., Apoux, F., Grinfeder, E., Krause, B., Miller-Viacava, N., & Sueur, J. (2023). Human auditory ecology: Extending hearing research to the perception of natural soundscapes by humans in rapidly changing environments. *Trends in Hearing*, 27, 23312165231212032. <https://doi.org/10.1177/23312165231212032>
- Marini, F., Squeri, V., Morasso, P., Campus, C., Konczak, J., & Masia, L. (2017). Robot-aided developmental assessment of wrist proprioception in children. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 14(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s12984-016-0215-9>
- Mishra, C., & Mewani, A. (2025). Gustatory system: Taste perception and encoding, role of neurotransmitters and exploring the enteric nervous system from a taste perspective. *Journal of Food and Nutrition Research*, 13(4), 190-194. 10.12691/jfmr-13-4-3

- Mori, K., Nagao, H., & Yoshihara, Y. (1999). The olfactory bulb: Coding and processing of odor molecule information. *Science*, 286(5440), 711-715. <https://doi.org/10.1126/science.286.5440.711>
- Nicklaus, S., Boggio, V., & Issanchou, S. (2005). Les perceptions gustatives chez l'enfant [Gustatory perceptions in children]. *Archives de pediatrie: Organe officiel de la Societe francaise de pediatrie*, 12(5), 579-584. <https://doi.org/10.1016/j.arcped.2005.01.027>
- Palmer, S. (1999). *Vision science: Photons to phenomenology*. MIT Press.
- Proske, U., & Gandevia, S. C. (2012). The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiological Reviews*, 92(4), 1651-1697. <https://doi.org/10.1152/physrev.00048.2011>
- Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Hall, W. C., LaMantia, A.-S., Mooney, R. D., Platt, M. L., & White, L. E. (2018). *Neuroscience* (6th ed.). Oxford University Press.
- Rininsland, H. H. (1993). Basics of robotics and manipulators in endoscopic surgery. *Endoscopic Surgery and Allied Technologies*, 1(3), 154-159. PMID:8055316
- Ritchie, J. B., & Carruthers, P. (2015). The bodily senses. In M. Matthen (Ed.), *The Oxford handbook of philosophy of perception* (pp. 353-370). Oxford University Press.
- Ritchie, J. B., Montesinos, S., & Carter, M. J. (2024). What Is a Visual Stream?. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 36(12), 2627-2638. https://doi.org/10.1162/jocn_a_02191
- Schaal, B. (1988). Olfaction in infants and children: Developmental and functional perspectives. *Chemical Senses*, 13(2), 145-190. <https://doi.org/10.1093/chemse/13.2.145>
- Schaal, B., Saxton, T. K., Loos, H., Soussignan, R., & Durand, K. (2020). Olfaction scaffolds the developing human from neonate to adolescent and beyond. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 375(1800), 20190261. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0261>
- Shepherd, G. M. (2004). The human sense of smell: Are we better than we think? *PLoS Biology*, 2(5), e146. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0020146>
- Shepherd, G. M. (2006). Smell images and the flavour system in the human brain. *Nature*, 444(7117), 316-321. <https://doi.org/10.1038/nature05405>
- Skarżyński, P. H., Czajka, N., Bukato, E., Zdanowicz, R., Kołodziejak, A., & Skarżyński, H. (2024). The importance of hearing screening and central auditory processing in school-aged children. *Children*, 11(12), 1450. <https://doi.org/10.3390/children11121450>
- Trafton, A. (2025). New research using computational vision models suggests the brain's "ventral stream" might be more versatile than previously thought. *MIT News*. https://news.mit.edu/2025/visual-pathway-brain-may-do-more-than-recognize-objects-0415?utm_source=chatgpt.com

- Tsakiris, M., & Critchley, H. (2016). Interoception beyond homeostasis: Affect, cognition and mental health. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 371(1708), 20160002. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0002>
- Tuzim, K., & Korolczuk, A. (2021). An update on extra-oral bitter taste receptors. *Journal of Translational Medicine*, 19(1), 440. <https://doi.org/10.1186/s12967-021-03067-y>
- Wiener-Vacher, S. R., Hamilton, D. A., & Wiener, S. I. (2013). Vestibular activity and cognitive development in children: Perspectives. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 7, 92. <https://doi.org/10.3389/fnint.2013.00092>
- Wilson, D. A., & Stevenson, R. J. (2006). *Learning to smell: Olfactory perception from neurobiology to behavior*. JHU Press.
- Yost, W. (2021). *Fundamentals of hearing: An introduction*. Brill.
- Zhang, B., Zhang, R., Zhao, J., Yang, J., & Xu, S. (2024). The mechanism of human color vision and potential implanted devices for artificial color vision. *Frontiers in Neuroscience*, 18, 1408087. <https://doi.org/10.3389/fnins.2024.1408087>

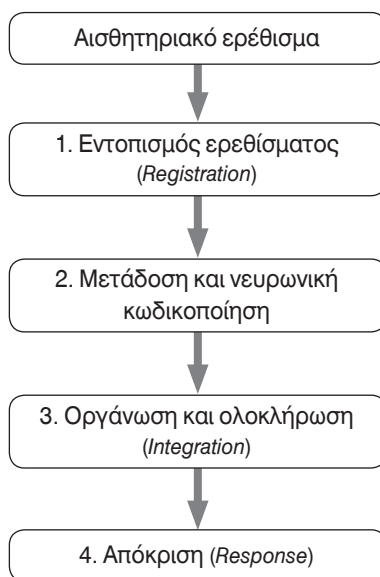
Η αισθητηριακή βάση ως προϋπόθεση για την ανάπτυξη

Η ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ είναι μια νευρολογική διαδικασία λήψης, οργάνωσης και ερμηνείας πληροφοριών που λαμβάνει το άτομο μέσω των αισθήσεων για την αποτελεσματική αλληλεπίδραση με το περιβάλλον του (Simhon, Elefant, & Orkibi, 2019). Η διεργασία αυτή είναι γνωστή ως αισθητηριακή ολοκλήρωση (Ayres, 1989).

Συνήθως, σκεφτόμαστε τα αισθητηριακά συστήματα ως ανεξάρτητα μεταξύ τους. Ωστόσο, τα αισθητηριακά κανάλια συνεργάζονται και παρέχουν στο άτομο μια πραγματική εικόνα του περιβάλλοντος και της θέσης του σε αυτό. Δηλαδή, τα αισθητηριακά κανάλια παρέχουν στο άτομο τις απαραίτητες εκείνες πληροφορίες για να κατανοήσει ποιος ή ποια είναι, πού βρίσκεται καθώς και το τι συμβαίνει γύρω του. Ο εγκέφαλος χρησιμοποιεί όλες τις αισθητηριακές πληροφορίες και τις οργανώνει δίνοντας νόημα στις αισθητηριακές εμπειρίες, με αποτέλεσμα το άτομο να γνωρίζει πώς να συμπεριφερθεί ανάλογα (Simhon, Elefant, & Orkibi, 2019). Οι αισθητηριακές λειτουργίες αποτελούν τη βάση πάνω στην οποία αναπτύσσονται ανώτερες γνωστικές, κινητικές και κοινωνικές δεξιότητες (de Paula Machado et al., 2019· Dunn, 2007).

Η αισθητηριακή επεξεργασία είναι η νευρολογική διαδικασία μέσω της οποίας το κεντρικό νευρικό σύστημα προσλαμβάνει, επεξεργάζεται και ερμηνεύει τις πληροφορίες που προέρχονται από τα αισθητήρια όργανα (Miller et al., 2007). Πρόκειται στην ουσία για έναν μηχανισμό προσαρμογής που επιτρέπει το άτομο να αντιλαμβάνεται την πραγματικότητα, να ρυθμίζει τη συμπεριφορά του και να συμμετέχει αποτελεσματικά στις καθημερινές του δραστηριότητες. Η αισθητηριακή επεξεργασία αποτελείται από τέσσερα στάδια (Friston, 2010· Purves et al., 2018):

1. τον εντοπισμό του αισθητηριακού ερεθίσματος μέσω των υποδοχέων που είναι εξειδικευμένοι για τους διάφορους τύπους ερεθισμάτων όπως το φως, η πίεση, ο πόνος
2. τη μετάδοση και τη νευρωνική κωδικοποίηση, δηλαδή μετά τον εντοπισμό του ερεθίσματος τα σήματα μεταφέρονται μέσω των αισθητικών οδών προς το κεντρικό νευρικό σύστημα όπου κωδικοποιούνται με μορφή ηλεκτρικών εκφορτίσεων και διαμορφώνονται κατάλληλα για να διατηρηθεί η πληροφορία
3. την οργάνωση και την ολοκλήρωση, δηλαδή οι νευρωνικές δομές του εγκεφάλου, κυρίως ο φλοιός και οι υποφλοιώδεις περιοχές, αναλαμβάνουν τη σύνθεση και ανάλυση των αισθητηριακών πληροφοριών, και
4. την απόκριση, δηλαδή την παραγωγή κατάλληλης κινητικής (π.χ. περπάτημα), γνωστικής (π.χ. προσοχή, μάθηση) ή συναισθηματικής (π.χ. φόβος, ευχαρίστηση) αντίδρασης στο ερέθισμα.



Εικόνα 1. Στάδια αισθητηριακής επεξεργασίας

Η ακολουθία και λειτουργία των σταδίων της αισθητηριακής επεξεργασίας είναι κρίσιμη για την ανάπτυξη δεξιοτήτων οι οποίες σχετίζονται με τη μάθηση και την προσαρμογή (Lane et al., 2019). Η λειτουργία της αισθητηριακής επεξεργασίας της διαδικασίας είναι απαραίτητη για την ομαλή ανάπτυξη του παιδιού, καθώς επιτρέπει την

αποτελεσματική προσαρμογή στο περιβάλλον και την απόκτηση δεξιοτήτων όπως η γλώσσα, η μάθηση, ο συντονισμός κινήσεων και η κοινωνική αλληλεπίδραση (Fox, Snow, & Holland, 2014).

Η ανάπτυξη των δεξιοτήτων ακολουθεί μια πορεία όπου οι πρώιμες αισθητηριακές εμπειρίες και οι βασικές αισθητηριακές λειτουργίες αποτελούν θεμέλιο για πιο σύνθετες γνωστικές και κινητικές ικανότητες (Ayres, 2005). Σύμφωνα με το μοντέλο της αισθητηριακής ολοκλήρωσης (Sensory Integration Theory) της Ayres (1972), οι δυσκολίες στην αισθητηριακή επεξεργασία μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά σημαντικούς αναπτυξιακούς τομείς όπως οι κινητικές δεξιότητες, ο αυτοέλεγχος, η συγκέντρωση και η μάθηση. Πιο συγκεκριμένα, η ακριβής αντίληψη και επεξεργασία απτικών, ιδιοδεκτικών και αιθουσαίων ερεθισμάτων αποτελεί τη βάση για τον έλεγχο της στάσης, της ισορροπίας και του κινητικού συντονισμού (Bundy & Lane, 2020). Αντίστοιχα, η οπτική και ακουστική επεξεργασία υποστηρίζει την ανάπτυξη της προσοχής, της γλώσσας και της αναγνωστικής δεξιότητας, και της κοινωνικής επικοινωνίας (Stein, 2012). Η αλληλεπίδραση μεταξύ διαφορετικών αισθητηριακών συστημάτων είναι καθοριστική για την ανάπτυξη σύνθετων λειτουργιών, όπως η εκτελεστική λειτουργία και η γνωστική ευελιξία (Ben-Sasson et al., 2009). Όταν υπάρχουν δυσκολίες αισθητηριακής επεξεργασίας, δηλαδή όταν οι πληροφορίες που έρχονται από τις αισθήσεις δεν επεξεργάζονται ή δεν συνδυάζονται επαρκώς, τότε υπάρχει σοβαρή πιθανότητα να εμφανιστούν δυσκολίες σε πολλά επίπεδα της ανάπτυξης.

2.1. Δυσκολίες αισθητηριακής επεξεργασίας και επίδραση στην ανάπτυξη

Η διαδικασία της αισθητηριακής επεξεργασίας μπορεί να διαφοροποιείται από άτομο σε άτομο. Οι ατομικές διαφοροποιήσεις στον τρόπο που το παιδί προσλαμβάνει, οργανώνει και ανταποκρίνεται στα αισθητηριακά ερεθίσματα επηρεάζουν τη γνωστική λειτουργία, τη ρύθμιση της συμπεριφοράς του και τη συμμετοχή στις μαθησιακές δραστηριότητες. Ο Dunn (2001, 2007) αναφέρει τέσσερα πρότυπα αισθητηριακής επεξεργασίας με βάση τα αισθητηριακά όρια ανοχής (sensory thresholds), τα οποία συμβάλλουν στην κατανόηση από μέρους του επαγγελματία των διαφορών όσον αφορά στις αντιδράσεις των παιδιών στα αισθητηριακά ερεθίσματα: