

Οπτικές ψευδαισθήσεις και χωροταξικός αποπροσανατολισμός σε χειριστές αεροσκαφών

Συμεών Ναούμ

Υγειονομική Υπηρεσία 116 Πτέρυγα μάχης, Άραξος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι οπτικές ψευδαισθήσεις εμπλέκονται στην αντίληψη ψευδών ή λανθασμένων εικόνων που μπορεί να περιλαμβάνουν μέχρι και πλήρη αποπροσανατολισμό. Εμφανίζονται από την ασυμφωνία των περιφερικών συστημάτων σχετικά με τις πληροφορίες που συλλέγονται με τελικό αποτέλεσμα οι πιλότοι να μην αναγνωρίζουν τα βασικά σήματα. Σκοπός αυτού του άρθρου είναι να παρουσιάσει την κατάσταση του χωροταξικού αποπροσανατολισμού και των οπτικών ψευδαισθήσεων στους πιλότους της αεροπορίας. Αυτός ο τύπος αποπροσανατολισμού έχει σημαντικές πρακτικές συνέπειες, καθώς ένα αξιοσημείωτο ποσοστό αεροπορικών ατυχημάτων σχετίζεται με τις οπτικές ψευδαισθήσεις των πιλότων. Το παρόν άρθρο εξετάζει και περιγράφει τους κύριους παράγοντες που σχετίζονται με τον αποπροσανατολισμό στο χώρο και τις οπτικές ψευδαισθήσεις που επηρεάζουν τους πιλότους της αεροπορίας.



Λέξεις ευρετηρίου: καρδιοαναπνευστική αναζωογόνηση, βιοηθική



Συμεών Ναούμ. Οπτικές ψευδαισθήσεις και χωροταξικός αποπροσανατολισμός σε χειριστές αεροσκαφών. *Επιστημονικά Χρονικά* 2019; 24(1): 28-39

eoι: <http://eoi.citefactor.org/10.11212/exronika/2019.1.3>

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι οπτικές ψευδαισθήσεις εμπλέκονται στην αντίληψη ψευδών-μη αληθινών εικόνων ή λανθασμένων εικόνων (εσφαλμένα ερμηνευμένες οπτικές πληροφορίες) [1], οι οποίες περιλαμβάνουν και τον αποπροσανατολισμό, ο οποίος προκαλείται από μια αντίφαση στις πληροφορίες που συλλαμβάνονται από τα

περιφερικά συστήματα: ιδιοδεκτικό, αιθουσαίο και οπτικό σύστημα [1]. Ο χωρικός αποπροσανατολισμός ορίζεται ως ο εσφαλμένος προσανατολισμός του σώματος που αντιλαμβάνονται οι χειριστές κατά τη διάρκεια των πτήσεων [2]. Περίπου το 80% των απαιτούμενων πληροφοριών για την πτήση, επιτυγχάνεται μέσω του οπτικού συστήματος [1]. Η διαδικασία της όρασης δεν

είναι ένα μεμονωμένο φαινόμενο των οφθαλμών, αλλά είναι το αποτέλεσμα μιας αλληλεπίδρασης του εγκεφάλου και διαφορετικών αγγειακών και νευρικών στοιχείων [3]. Οι πληροφορίες που λαμβάνονται στον αμφιβληστροειδή χιτώνα μεταβιβάζονται μέσω του οπτικού νεύρου στον πυρήνα του θαλάμου, που είναι υπεύθυνος για την αποστολή στον πρωτογενή οπτικό φλοιό, στο οπίσθιο μέρος του εγκεφάλου. Εδώ οι πληροφορίες που φθάνουν στις διάφορες ζώνες του δευτερογενούς οπτικού φλοιού διαιρούνται, με κάθε περιοχή να εξειδικεύεται στην ανάλυση των διαφόρων στοιχείων της εικόνας: στο σχήμα, το χρώμα, την κίνηση, το βάθος [3]. Εντούτοις, σφάλματα μπορούν επίσης να εμφανιστούν εάν υπάρχουν περιοχές του οπτικού φλοιού που μεταδίδουν αντιφατικές πληροφορίες. Ο εγκέφαλος έχει αναπτύξει μηχανισμούς ώστε να διορθώνει πιθανά λάθη, οι οποίοι ενεργοποιούνται όταν αντιμετωπίζουμε μια οπτική ψευδαίσθηση. Έτσι, ο εγκέφαλος όχι μόνο ερμηνεύει τις πληροφορίες που προέρχονται από τον αμφιβληστροειδή, αλλά συμπληρώνει επίσης και τις πληροφορίες που δίνονται [4].

Ο χωρικός αποπροσανατολισμός μπορεί να οριστεί ως «παρερμηνείες μιας αισθητικής -ειδικότερα μιας οπτικής- αντίληψης όπου τα ερεθίσματα είναι αντικειμενικά παρόντα και η εσφαλμένη αντίληψη οφείλεται σε φυσικά και όχι ψυχολογικά αίτια». [5] Μπορεί να ταξινομηθεί σε τρεις τύπους: στον **πρώτο τύπο**, ο πιλότος δεν αναγνωρίζει ότι είναι αποπροσανατολισμένος, με το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα (ΚΝΣ) να μην μπορεί να

ανιχνεύσει κανέναν τύπο αποπροσανατολισμού και γι 'αυτό δεν εκτελεί-κινητοποιεί κανένα συμπληρωματικό σύστημα ώστε να αποφευχθεί ο αποπροσανατολισμός. Αυτός ο τύπος αποπροσανατολισμού μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι το σύστημα συνείδησης δεν είναι σε θέση να λειτουργήσει ή να επιβλέπει το υποσυνείδητο επίπεδο. Ταυτόχρονα, μπορεί να οφείλεται στο γεγονός ότι οι πληροφορίες επεξεργάζονται, προκαλώντας αποπροσανατολισμό, απώλεια αυτονομίας του υποσυνείδητου επιπέδου ή επειδή το συνειδητό επίπεδο δεν λειτουργεί με το απαιτούμενο επίπεδο προσοχής [6]. Στον **δεύτερο τύπο**, το ΚΝΣ ανιχνεύει ότι συμβαίνει ένας τύπος αποπροσανατολισμού. Σε αυτόν τον τύπο, συνήθως, εάν το άτομο ενεργεί σωστά, επιλύεται η επικίνδυνη κατάσταση [6]. Στον **τρίτο τύπο**, το ΚΝΣ ανιχνεύει ότι είναι αποπροσανατολισμένο, ωστόσο, οι πληροφορίες που παρέχονται από τους περιφερειακούς αισθητήρες είναι τόσο ασύμφωνες, ώστε ο χειριστής να μην είναι σε θέση να επιλύσει την κατάσταση. Αυτή η κατάσταση οδηγεί σε απώλεια ελέγχου του αεροσκάφους από τον αποπροσανατολισμένο χειριστή [6].

Ο **χωροταξικός αποπροσανατολισμός** έχει σημαντικές πρακτικές συνέπειες καθώς περίπου το 20% των αεροπορικών ατυχημάτων σχετίζονται με τις οπτικές ψευδαισθήσεις του χειριστή [7, 8]. Σύμφωνα με προηγούμενες μελέτες, το 91,6% των πιλότων αναφέρουν οπτική ψευδαίσθηση κατά τη διάρκεια της πτήσης [9]. Τα περιστατικά κατά τη διάρκεια της πτήσης ορίζονται ως «οποιοδήποτε γεγονός που

σχετίζεται με τη χρήση αεροσκάφους, το οποίο επηρεάζει ή μπορεί να επηρεάσει την ασφάλεια των πτητικών λειτουργιών» [10]. Στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν αναφερθεί διάφορα ατυχήματα κατά την πτήση λόγω των χωρικών αποπροσανατολισμών [11]. Σήμερα, παρότι οι οπτικές ψευδαισθήσεις έχουν μειωθεί λόγω της τεχνολογίας στην αεροπορία, τα πιο πάνω περιστατικά δεν έχουν μειωθεί [12].

Σκοπός αυτής της ανασκόπησης είναι να γίνει μια ταξινόμηση των διαφορετικών χωρικών αποπροσανατολισμών και των οπτικών ψευδαισθήσεων στους πιλότους της αεροπορίας. Αυτοί οι τύποι αποπροσανατολισμού έχουν σημαντικές πρακτικές συνέπειες, επειδή ένα αξιοσημείωτο ποσοστό αεροπορικών ατυχημάτων σχετίζεται με οπτικές ψευδαισθήσεις του πιλότου.

ΜΕΘΟΔΟΣ

Διεξήχθη μια βιβλιογραφική ανασκόπηση για τη συλλογή άρθρων στις βάσεις δεδομένων Pubmed, Google Scholar και Scopus. Χρησιμοποιήθηκαν οι ακόλουθες λέξεις-κλειδιά: οπτικές ψευδαισθήσεις, πιλότοι αεροσκαφών, αποπροσανατολισμός, πιλότοι μαχητικών αεροσκαφών, ψευδαισθήσεις πιλότων, optical illusions, aviation pilots, disorientation, fighter pilots, pilots illusions. Τέλος, εξετάστηκαν συνολικά 45 άρθρα πλήρους κειμένου. Τα άρθρα που δημοσιεύθηκαν σε άλλη γλώσσα εκτός από την αγγλική ή την ελληνική αποκλείστηκαν.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μετά την ανασκόπηση της διεθνούς και ελληνικής βιβλιογραφίας, τα αποτελέσματα των διαφόρων άρθρων μπορούν να κατηγοριοποιηθούν, με τις αιτίες να αποδίδονται σε τρεις κύριους παράγοντες: σε παράγοντες που σχετίζονται με τις συνθήκες κατά την πτήση, τον ανθρώπινο παράγοντα και τις παθολογίες των οπτικών συστημάτων.

Παράγοντες που σχετίζονται με τις συνθήκες κατά την πτήση

Τέτοιοι παράγοντες αποτελούν οι ατμοσφαιρικές συνθήκες, οι διαστάσεις της τροχιάς, η διαμόρφωση εδάφους, η υποξία, οι επιταχύνσεις και οι «σκοτοπικές» συνθήκες όπως η μαύρη τρύπα και άλλοι που περιγράφονται παρακάτω [1, 13].

Πλάτος φωτεινών σημείων προσγείωσης

Το συνηθισμένο πλάτος των διαδρομών στην αεροπορία είναι τα 150 πόδια, ωστόσο, δεν έχουν όλοι οι διάδρομοι το ίδιο πλάτος. Στους διαδρόμους χρησιμοποιούνται φώτα και στις δύο πλευρές, για να παρέχεται στον πιλότο ένας οδηγός για τον καλύτερο υπολογισμό του πλάτους του διαδρόμου. Σε ευκρινείς ή/και ημερήσιες συνθήκες, η χρήση αυτών των φώτων δεν θα είναι τόσο κρίσιμη, αλλά σε νυκτερινές ή χαμηλής ορατότητας συνθήκες, αυτά τα φώτα δίνουν στον πιλότο τη δυνατότητα να εκτιμήσει το πλάτος του διαδρόμου [14].

Νυχτερινές δραστηριότητες-επιχειρήσεις ή χαμηλή ορατότητα

Όταν ένας χειριστής που είναι συνηθισμένος να «επιχειρεί» στα ίδια αεροδρόμια, προσγειώνεται σε ένα ασυνήθιστο πεδίο ευρύτερο ή μικρότερο δημιουργείται μία οπτική ψευδαισθήση που εξαρτάται ανάλογα με το πλάτος του διαδρόμου. Υπάρχουν δύο πιθανές περιπτώσεις:

1) **Η λωρίδα προσγείωσης να είναι ευρύτερη από τη «συνηθισμένη»:** προκαλεί μια αίσθηση στο χειριστή ότι είναι χαμηλότερα με αποτέλεσμα να πιέζεται να ξεκινήσει τις διαδικασίες προσγείωσης πρόωρα, με το αεροπλάνο μπορεί να σταματήσει λίγα μέτρα πάνω από το έδαφος.

2) **Η λωρίδα προσγείωσης να είναι στενότερη από τη «συνηθισμένη»:** παράγει την αίσθηση στο χειριστή ότι είναι υψηλότερα από αυτή, με το χειριστή να αργήσει στις υπόλοιπες διαδικασίες προσγείωσης, και να αγγίζει το διάδρομο με μια ταχύτητα υψηλότερη από την κανονική [14].

Κλίση του διαδρόμου

Αυτού του τύπου η ψευδαισθήση, εμφανίζεται όταν ο διάδρομος έχει κάποια κλίση θετική και αρνητική. Η κατάσταση αυτή επιδεινώνεται σε συνθήκες νυχτερινής πτήσης ή χαμηλής ορατότητας.

Υπάρχουν δύο τύποι καταστάσεων:

1) **Θετική κλίση:** όταν το κατώτατο όριο του διαδρόμου είναι χαμηλότερο από το τέλος του διαδρόμου. Δεδομένης αυτής της κατάστασης, ο πιλότος πιστεύει ότι βρίσκεται υψηλότερα από το συνηθισμένο, πάνω από τη λωρίδα προσέγγισης («approach path»). Σε αυτή την περίπτωση, ο πιλότος ξεκινά μια έντονη κάθοδο με αρνητικό βαρόμετρο, υψηλότερο από το συνηθισμένο. Αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα, το αεροπλάνο να μην προσγειωθεί σωστά ή η ολίσθηση στον αεροδιάδρομο να γίνει νωρίτερα από το συνηθισμένο.

2) **Αρνητική κλίση:** το κατώτατο όριο του διαδρόμου είναι υψηλότερο από το τέλος του διαδρόμου. Ο πιλότος έχει την αίσθηση ότι βρίσκεται σε μια πορεία προσέγγισης πιο εκτεταμένη από το συνηθισμένο. Αυτή η κατάσταση μπορεί να οδηγήσει σε προσγείωση μακρύτερα από το προβλεπόμενο σημείο επαφής [14].

Κλίση του εδάφους

Αυτού του είδους η ψευδαισθήση παρουσιάζεται κατά τη διάρκεια της προσέγγισης. Στην τελική ευθεία υπάρχει ένα εμπόδιο υψηλότερα από το διάδρομο. Ο χειριστής παρατηρεί πως το ύψος με το έδαφος μειώνεται σταδιακά καθώς προσεγγίζει το αεροδρόμιο. Ωστόσο, αν κατά τη διάρκεια αυτής της διαδρομής ολίσθησης υπάρχει ένα υψηλότερο εμπόδιο, ο πιλότος μπορεί να παραμείνει σε μεγαλύτερο υψόμετρο, καθώς εκτιμά το υψόμετρό του, παίρνοντας ως αναφορά το έδαφος που προηγείται του αεροδρομίου. Αυτή η

ψευδαισθηση έχει ως αποτέλεσμα ο χειριστής να παραμείνει υψηλότερα από το συνηθισμένο στην πίστα, μειώνοντας τη διαθέσιμη απόσταση φρεναρίσματος ή να φρενάρει πιο έντονα. Λιγότερη συνηθισμένη είναι μια άλλη ψευδαισθηση, κατά την οποία το έδαφος είναι χαμηλότερα από τον ίδιο τον διάδρομο, αλλά αυτή η κατάσταση μπορεί να συμβεί σε ημερήσιες συνθήκες προσγείωσης αεροσκαφών, όπου η πλατφόρμα προσγείωσης είναι υψηλότερη από τη στάθμη της θάλασσας. Το αποτέλεσμα θα μπορούσε να είναι μια λιγότερο έντονη διαδρομή ή ακόμα και σε πιο σοβαρές καταστάσεις, μια σύντομη προσγείωση, προκαλώντας ατύχημα σε περίπτωση που δεν θα προσγειωθεί στο θάλαμο διακυβέρνησης [14].

Μέγεθος των συνηθισμένων σημείων αναφορών

Προκαλείται στο τμήμα τελικής προσέγγισης ή σε πτήσεις χαμηλού υψομέτρου, σε ημερήσιες συνθήκες όταν παρατηρούνται αντικείμενα (δέντρα, δρόμοι ή κεραίες) με ξεχωριστό μέγεθος. Όταν ο πιλότος παρατηρεί ένα γνωστό αντικείμενο, αλλά με ένα ξεχωριστό μέγεθος, πρέπει να εκτιμήσει το ύψος του σύμφωνα με τις διαστάσεις του αντικειμένου, προκαλώντας μια οπτική ψευδαισθηση που προκαλεί σύγχυση στην εκτίμηση του υψομέτρου [14-16].

Χαμηλό επίπεδο-υψόμετρο / προσέγγιση σε υδάτινες περιοχές

Συμβαίνει κατά τη διάρκεια πτήσεων χαμηλού επιπέδου/υψομέτρου πάνω από νερό χωρίς άλλη αναφορά στο περιβάλλον ή άλλες εκτιμήσεις στις οποίες το τμήμα τελικής προσέγγισης είναι πάνω από το νερό. Πετώντας πάνω από υδάτινες περιοχές χωρίς καμία αναφορά στο έδαφος, δημιουργείται μια απώλεια αντίληψης υψομέτρου [14].

Μαύρη τρύπα

Εμφανίζεται σε νυκτερινές συνθήκες σε αεροσκάφη που δεν έχουν μία «φωτισμένο» σημείο αναφοράς πριν από την αρχή του διαδρόμου. Αυτή η κατάσταση ονομάζεται «μαύρη τρύπα» επειδή είναι αυτό ακριβώς που παρατηρεί ο χειριστής, δηλαδή μια εντελώς μαύρη περιοχή που δεν έχει κανένα τύπο φωτισμού και ως εκ τούτου, κανένα σημείο αναφοράς. Η κατάσταση αυτή επιδεινώνεται εάν ο διάδρομος έχει θετική κλίση. Καθώς δεν υπάρχει οπτική αναφορά, ο πιλότος τείνει να αντιλαμβάνεται ότι πηγαίνει υψηλότερα από το συνηθισμένο, κάνοντας μια χαμηλότερη προσέγγιση και μια μικρότερη προσγείωση. Το φαινόμενο της «μαύρης τρύπας» μπορεί να προκαλέσει τον πιλότο να κάνει μια κοίλη διαδρομή προσέγγισης. Σε ορισμένες μελέτες αναφέρεται ότι τα αεροπορικά ατυχήματα που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της νύχτας οφείλονται συνήθως στην πραγματοποίηση χαμηλής κατάβασης και σύντομης προσγείωσης. Οι μελέτες που διεξήχθησαν σε προσομοιωτή, δείχνουν ότι σε συνθήκες

προσέγγισης που δεν διαθέτουν φωτιζόμενες περιοχές κοντά στον διάδρομο, ιδιαίτερα κατά την προσέγγιση σε υδάτινες επιφάνειες, η τροχιά που περιγράφεται από το αεροσκάφος σχηματίζει μια παραβολή κατώτερης κυρτότητας, γεγονός που προϋποθέτει μια χαμηλή πτήση [9, 16].

Σύγχυση-έλλειψη κατανόησης του ουρανού ή/και του εδάφους

Μπορεί να συμβεί σε περιβάλλον ημέρας ή νύχτας. Σε περιβάλλον ημέρας, η ψευδαίσθηση προκαλείται-αναπαράγεται όταν ο ουρανός είναι καθαρός και ο χειριστής επιχειρεί πάνω από τη θάλασσα (συγχέοντας τον ουρανό και τη θάλασσα), ή σε συνθήκες νέφους, επιχειρώντας πάνω από χιονισμένες επιφάνειες (σύγχυση ουρανού/εδάφους) ή, τέλος, σε περιβάλλον νύχτας συγχέοντας τον ουρανό με τις φωτισμένες πόλεις). Οι συνέπειες αυτής της ψευδαίσθησης μπορεί να είναι καταστροφικές, αφού ο πιλότος μπορεί να σκεφτεί ότι βρίσκεται σε μια κατάσταση ευθείας και ισορροπημένης πτήσης, όταν στην πραγματικότητα η θέση του είναι αντιδιαμετρικά αντίθετη [14].

Παραμόρφωση λόγω κλιματικών παραγόντων

Παρουσιάζεται υπό συγκεκριμένες καιρικές συνθήκες, όπως ομίχλης, καπνού, θολότητα-σκόνη, βροχή ή χιόνι, όπου το πεδίο είναι σε συνθήκες χαμηλής ορατότητας. Ο πιλότος που εκτελεί μια προσέγγιση και

καταφέρνει να δει το διάδρομο κοντά στην ελάχιστη απαιτούμενη απόσταση για να προσγειωθεί, μπορεί να έχει την τάση να κατευθυνθεί προς τα φώτα, καθώς είναι το μόνο σημείο αναφοράς του, εκτελώντας μια ανεξέλεγκτη κάθοδο και προσγείωση [14, 17, 18].

Αυτοκινητική- autokinetics

Εμφανίζεται σε νυκτερινές συνθήκες με στατικές και απομονωμένες πηγές φωτός, όπως ένα άστρο. Ο πιλότος βιώνει μια αίσθηση κίνησης του εν λόγω αντικειμένου αν και στην πραγματικότητα παραμένει στατικό. Η αντίληψη της κίνησης του αντικειμένου θα αυξηθεί αν η όραση επικεντρωθεί σε αυτό. Με την εκτροπή της όρασης, αυτή η οπτική ψευδαίσθηση καταργείται σχετικά εύκολα [19].

Προαιρετική ψευδαίσθηση επένδυσης

Η προαιρετική ψευδαίσθηση επένδυσης (optional investment illusion) εμφανίζεται σε μεγάλο υψόμετρο σε νυκτερινό περιβάλλον και μπορεί να τονισθεί υπό το φως του φεγγαριού [19]. Όταν ο χειριστής επιχειρεί σε μεγάλα υψόμετρα, παρατηρεί την καμπυλότητα της γης. Αυτή η κατάσταση μπορεί να δημιουργήσει στον πιλότος την ψευδαίσθηση ότι πέταξε ανεστραμμένα. Η κατάσταση αυτή μπορεί να ενισχυθεί μέσω της καλής φωτεινής έντασης της σελήνης [19].

Ψευδαισθήσεις από διέξοδο

Εμφανίζεται σε περιπτώσεις όπου παρατηρούνται δύο αντικείμενα με τουλάχιστον ένα σε κίνηση. Δεδομένης αυτής της κατάστασης, γίνεται αντιληπτή η σχετική κίνηση μεταξύ των δύο αντικειμένων. Αυτός ο τύπος ψευδαισθησης έχει μεγάλη σημασία στις πτήσεις, όπου πολλά αεροσκάφη πετούν σε μεγάλες ταχύτητες και μπορούν να έχουν σχετικές κινήσεις μεταξύ τους. Όταν συμβαίνει αυτή η σχετική κίνηση, ο παρατηρητής δεν είναι σε θέση να διακρίνει ποιο από τα δύο αντικείμενα βρίσκεται σε κίνηση. [14, 20]

Ψεύτικος ορίζοντας

Συνήθως παράγεται όταν ο πιλότος επιχειρεί πάνω από σύννεφα των οποίων ο οριζόντιος δεν είναι ακριβής-απόλυτος. Εντούτοις, μπορεί να συμβεί και σε φωτιζόμενες ακτές ή και σε άλλα ποικίλα περιβάλλοντα. Στην περίπτωση πτήσης πάνω από ένα στρώμα σύννεφων με μικρή κλίση, ο πιλότος, χωρίς να έχει άλλες οπτικές αναφορές, ευθυγραμμίζει τα περύγια του αεροσκάφους με το στρώμα σύννεφων, που προέρχεται από ψευδή ορίζοντα. Από την άλλη πλευρά, ο πιλότος, όταν ταξιδεύει κατά τη διάρκεια της νύχτας και παρατηρεί την φωτισμένη ακτή, πιστεύει ότι αυτός είναι ο ορίζοντας, ωστόσο δεν είναι αληθές, καθώς αποτελεί το διαχωρισμό μεταξύ γης και θάλασσας [14, 21].

Βροχή στον ανεμοθώρακα

Σε συνθήκες έντονης βροχής, σταγόνες νερού στον ανεμοθώρακα («παρμπρίζ») ή στον θόλο του αεροσκάφους μπορούν να προκαλέσουν παρεμβολές στη φωτεινότητα των φώτων προσγείωσης ή όταν υπάρχουν σταγόνες νερού στο παρμπρίζ, μπορούν να προκαλέσουν φαινόμενα διάθλασης φωτός. Τα σταγονίδια νερού μπορούν να δημιουργήσουν διαφορετικές οπτικές ψευδαισθήσεις, όπου τα ίχνη φωτός όταν ανακλώνται στις σταγόνες νερού μπορούν να προκαλέσουν την ψευδαισθηση ότι τα φώτα είναι πιο απομακρυσμένα από τον παρατηρητή ή ότι τα φώτα μπορεί να προεξέχουν και να αυξήσουν το μέγεθός τους έτσι ώστε ο πιλότος να έχει την ψευδαισθηση ότι είναι πιο κοντά στα φώτα του διαδρόμου και να ξεκινήσει μια ταχύτερη και πρόωρη κάθοδο [14].

Μη ορθολογική προσέγγιση

Ακόμα και αν ένα αεροπλάνο είναι ευθυγραμμισμένο με τον διάδρομο και στη σωστή διαδρομή, ο πιλότος μπορεί να έχει την αίσθηση ότι είναι υψηλότερα, χαμηλότερα ή να αποκλίνει και από τις δύο πλευρές της διαδρομής. Το προφανές σφάλμα μπορεί να είναι της τάξης των περίπου 200 ποδιών σε απόσταση ενός μιλίου από το κατώτερο σημείο του διαδρόμου [22].

Δονήσεις

Διάφορες καταστάσεις μπορούν να προκαλέσουν κραδασμούς-δονήσεις στην

καμπίνα, όπως ο στροβιλισμός ή η προσγειώση με τροχό που δεν έχει ευθυγραμμιστεί. Οι δονήσεις που δημιουργούνται στο αεροσκάφος μεταδίδονται στο θάλαμο διακυβέρνησης όπου η τιμή της συχνότητας μπορεί να διπλασιαστεί, με τα όργανα του αεροσκάφους να μπορούν να δονούνται με την ίδια συχνότητα του αεροσκάφους. Αυτή η διαφορά δόνησης δημιουργεί παραμόρφωση στην όραση (θολότητα) [14].

Σωματογραφική ψευδαισθηση- Somatogravic illusion

Προκαλείται από μια γραμμική παρατεταμένη επιτάχυνση. Η παρουσία ενός ορατού ορίζοντα μειώνει το μέγεθος αυτής της ψευδαισθησης, ενώ η παρουσία ενός ερεθίσματος διέγερσης δεν φαίνεται να την επηρεάζει, παρά την πεποίθηση αρκετών πιλότων [23].

Ψευδαισθηση Coriolis

Προκαλείται από ταυτόχρονη διέγερση του κεφαλιού του πιλότου ενώ το αεροσκάφος γυρίζει-στρέφεται. Εμφανίζεται όταν ο χειριστής κοιτάζει προς τα κάτω, προς τα πάνω ή προς τα πλάγια κατά τη διάρκεια της πτήσης. Αυτό μπορεί να προκαλέσει μια παράξενη αίσθηση ότι το αεροπλάνο κυλάει ή/και εκτρέπεται ταυτόχρονα, δημιουργώντας έναν χωρικό αποπροσανατολισμό. Σε αυτή την περίπτωση μειώνεται η στερέωση, αλλά όχι η οπτική οξύτητα [24].

Δυνάμεις-επιταχύνσεις G

Όταν ένας πιλότος εκτελεί έναν ελιγμό με ισχυρές επιταχύνσεις παράγει μια δύναμη που είναι γνωστή ως δύναμη G. Οι δυνάμεις G προκαλούν μια σειρά αλλαγών στο ανθρώπινο σώμα που επηρεάζουν και την όραση. Αυτή η αλλοίωση στην όραση εμφανίζεται επειδή μειώνεται-εξαφανίζεται η κυκλοφορία του αίματος στον αμφιβληστροειδή [25].

Τέλος, ο χειριστής μπορεί να παρουσιάσει κάποιου βαθμού απώλεια στην ευκρίνεια της όρασης με διαλείπουσες λάμπεις φωτός ή να αρχίσει να έχει συμπτώματα «γκρίζας όρασης». Τότε, ο πιλότος μπορεί να βιώσει μια απώλεια της περιφερειακής όρασης για να εμφανιστεί αργότερα η εντελώς «μαύρη όραση» που μπορεί να οδηγήσει σε ένα φαινόμενο γνωστό ως G lock, που συνεπάγεται την πλήρη απώλεια συνείδησης μέχρι το αίμα να επιστρέψει στον εγκέφαλο. Από την άλλη πλευρά, σε αρνητικές επιταχύνσεις, μπορεί να εμφανιστεί η γνωστή «κόκκινη όραση», η οποία προκύπτει λόγω της κίνησης του κάτω βλεφάρου πάνω στον κερατοειδή, καθώς μπορεί να εμφανιστεί αύξηση του όγκου του αιμοφόρου αγγείου [25].

Ανθρώπινοι παράγοντες που εμπλέκονται στο χωρικό αποπροσανατολισμό

Υπάρχουν διάφοροι ανθρώπινοι παράγοντες που εμπλέκονται στον χωρικό αποπροσανατολισμό όπως οι συσκευές νυχτερινής όρασης. Σήμερα, αυτό το είδος εξαρτήματος είναι απαραίτητο για την πτήση

κατά τη νύχτα, αλλά θα μπορούσε να αποτελέσει ένα πρόβλημα για τον πιλότο στην προσπάθειά του να κάνει σύγκριση με τις οπτικές συνθήκες σε ημερήσια πτήση. [26, 27].

Το άγχος είναι ένα από τα πιο σημαντικά σημεία της καθημερινής ζωής του πιλότου. Είναι σημαντικό να εντοπιστούν σημεία και συμπτώματα και να θεσπιστούν μέθοδοι πρόληψης και διαχείρισης. Ταυτόχρονα, το σύνδρομο κόπωσης περιλαμβάνει διαφορετικές οργανικές και ψυχικές αλλοιώσεις, που προκαλούνται από υπερβολικό φόρτο εργασίας [28].

Παθολογίες του οπτικού συστήματος που σχετίζονται με τον χωρικό αποπροσανατολισμό

Η έκθεση σε παρατεταμένη επιτάχυνση + Gz με ανεπαρκή προστασία G μπορεί να οδηγήσει σε επαγόμενη από G απώλεια συνείδησης (G-induced loss of consciousness) ή τη σχεδόν απώλεια συνείδησης (almost loss of consciousness, a-loc) [29]. Αυτή η παθολογική κατάσταση εκδηλώνεται προοδευτικά μέσω της μείωσης της ροής της οφθαλμικής αρτηρίας. Η σωληνώδης όραση (tunnel vision) είναι η μείωση της περιφερειακής όρασης με διατήρηση μιας κυκλικής ζώνης κεντρικής όρασης. Εμφανίζεται σε τιμές επιταχύνσεων μεταξύ 3

και 4 + Gz. Η «γκρίζα όραση» (θολή κεντρική όραση), συμβαίνει μεταξύ 4 και 5 + Gz. Η «μαύρη όραση» ή η πλήρης απουσία της όρασης λαμβάνει χώρα μεταξύ 5 και 6 + Gz. Οι πιλότοι χρησιμοποιούν τα συμπτώματα της σωληνώδους όρασης ή της «γκρίζας όρασης» ως προειδοποίηση για την αποφυγή της απώλειας συνείδησης [30].

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα ανασκόπηση επιχειρεί να πραγματοποιήσει μια ταξινόμηση των χωρικών αποπροσανατολισμών και των οπτικών ψευδαισθήσεων στους πιλότους της αεροπορίας. Οι περισσότερες από τις οπτικές ψευδαισθήσεις που εμφανίζονται στους πιλότους δεν τους καθιστούν ανίκανους να πετάξουν, αλλά μπορούν να οδηγήσουν σε πραγματικά προβλήματα κατά τη διάρκεια της πτήσης που ενδεχομένως να καταλήξουν σε αεροπορικό δυστύχημα. Το άρθρο αυτό παρέχει χρήσιμες πληροφορίες τόσο για την πρόληψη αεροπορικών ατυχημάτων όσο και για εναέρια ατυχήματα που σχετίζονται με οπτικές ψευδαισθήσεις και πληροφορίες απαραίτητες για το σχεδιασμό των εκπαιδεύσεων των χειριστών, με στόχο τη βελτίωση της ασφάλειας κατά την πτήση. Ωστόσο, τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης πρέπει να ληφθούν με προσοχή, δεδομένου ότι ο αριθμός των μελετών στον τομέα αυτό είναι περιορισμένος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Sánchez-Tena MÁ., Alvarez-Peregrina C., Valbuena-Iglesias MC., Palomera PR. Optical Illusions and Spatial Disorientation in Aviation Pilots. *J Med Syst.* 2018 19;42(5):79.
2. Paillard, A. C., Quarck, G., and Denise, P., Sensorial countermeasures for vestibular spatial disorientation. *Aviat. Space Environ. Med.* 2014 85(5):563–567.
3. Warren, R., and Owen, D. H., Functional optical invariants: a new methodology for aviation research. *Aviat. Space Environ. Med.* 1982 53(10):977–983.
4. Cheung, B., Spatial disorientation: more than just illusion. *Aviat. Space Environ. Med.* 2013 84(11):1211–1204.
5. Stott, J. R. R., Orientation and disorientation in aviation. *Extreme Physiol. Med.* 2013 2(1):2.
6. Cantón Romero J. J., Desorientación espacial. <http://www.hispaviacion.es/desorientacion-espacial/>. Accessed 15 Jan 2018.
7. Dougherty, J. D., Review of aviation safety measures which have application to aviation accident prevention. *Aviat. Space Environ. Med.* 1975 46(1):82–85.
8. Sociedad Española de Medicina Aeroespacial, Desorientación espacial. Madrid www.semae.es. Accessed 15 Jan 2018.
9. Wang, X. C., Shi, Z. H., Bian, K., Zhang, L., Xue, J. H., Yang, G. Q., Ge, X. S., and Zhang, Z. M., The comparison of sensitivity of motion sickness between retinal degeneration fast mice and normal mice. *J. Comp. Physiol. A Neuroethol. Sens. Neural Behav. Physiol.* 2014 200(4):327–332.
10. Informe del seminario OACI/OMM, Dissertation. Organización de Aviación Civil Internacional (OACI). Accessed 15 Jan 2018.
11. Tribukait, A., and Eiken, O., Instrument failure, stress, and spatial disorientation leading to a fatal crash with a large aircraft. *Aerosp. Med. Hum. Perform.* 2017 88(11):1043–1048.
12. Rollin Stott, J. R., Orientation and disorientation in aviation. *Extreme Physiol. Med.* 2013 2:2.
13. Randallw, G., Visual spatial disorientation: revisiting the black hole illusion. *Aviat. Space Environ. Med.* 2007 78(8):801–808.
14. Ilusiones sensoriales visuales. <http://kimerius.com/fisiolog%C3%ADa-6/desorientaci%C3%B3n-3/>. Accessed 15 Jan 2018.
15. Entzinger, J. O., and Suzuki, S., Visual cues in manual landing of airplanes. ICAS 2008 International Congress of Aeronautical Sciences.

16. Gibb, R., Schvaneveldt, R., and Gray, R., Visual misperception in aviation: glide path performance in a black hole environment. *Hum. Factors* Aug. 2008 50(4):699-711.
17. Jones, D. G., and Endsley, M. R., Sources of situation awareness errors in aviation. *Aviat. Space Environ. Med.* 1996 67(6):507-512.
18. Stout, R. J., Salas, E., and Kraiger, K., The role of trainee knowledge structures in aviation team environments. *Int. J. Aviat. Psychol.* 1997 7(3):235-250.
19. Asociación Pasión por Volar, Medicina aeronáutica-ilusiones sensoriales. <http://www.pasionporvolar.com/medicina-aeronauticailusiones-sensoriales/>. Accessed 15 Jan 2018.
20. Ungs, T. J., The occurrence of thevection illusion among helicopter pilots while flying over water (1989). *Aviat. Space Environ. Med.* 2018 60(11):1099-1101.
21. Zhdan'ko, I. M., Chulaevskiĭ, A. O., and Kovalenko, P. A., Visual illusions and moving horizon. *Voen. Med. Zh.* 2012 333(9):52-62.
22. Comisión de Investigación Accidentes e Incidentes de Aviación Civil (CIAIAC), Informe técnico IN-044/2013. Ministerio de Fomento: España, 2013.
23. Tokumaru, O., Kaida, K., Ashida, H., Mizumoto, C., and Tatsuno, J., Visual influence on the magnitude of somatogravic illusion evoked on advanced spatial disorientation demonstrator. *Aviat. Space Environ. Med.* 1998 69(2):111-116.
24. Horng, C. T., Liu, C. C., Kuo, D. I., Shieh, P. C., Wu, Y. C., Chen, J. T., and Tsai, M. L., Changes in visual function during the Coriolis illusion. *Aviat. Space Environ. Med.* 2009 80(4):360-363.
25. Alonso Rodríguez, C., Medina Font, J., and Puente Espada, B., *Sanid. Mil.* 2012 68(3):157-162.
26. Crowley, J. S., Human factors of night vision devices. Dissertation Walter Reed Army Institute of Research Washington, DC, 1991.
27. Helmreich, R., Managing human error in aviation. *Sci. Am.* 276(5): 62-67, 1997.
28. Amézcuá Pacheco, O., Factores humanos en aviación. *Medicina aeronautica: conceptos generales.* Accessed 15 Jan 2018.
29. Slungaard, E., McLeod, J., Green, N. D. C., Kiran, A., Newham, D. J., and Harridge, S. D. R., Incidence of G-induced loss of consciousness and almost loss of consciousness in the royal air force. *Aerosp. Med. Hum. Perform.* 2017 88(6):550-555.
30. González, A., and Ríos, F., Efectos de las aceleraciones positivas en el organismo humano. *Med. Aero. Amb.* 2002 3(5):222-231.

Visual illusions and disorientation in aircraft operators

S. Naoum

116 Combat Wing Health Service, Araxos, Greece

ABSTRACT

Visual illusions are involved in the perception of false or erroneous images that may include up to complete disorientation. They appear from the peripheral systems' discrepancy about the information gathered, and in general the pilots do not recognize the basic marks. The purpose of this article is to present the state of spatial disorientation and visual illusions to aviation pilots. This type of disorientation has significant practical implications, as a remarkable rate of air accidents is related to the visual illusions of pilots. This article examines and describes the main factors related to disorientation in space and visual illusions affecting aviation pilots.



Keywords: disorientation, optical Illusions, pilot, aircraft, plane accidents, aviation medicine



Citation

S. Naoum. Visual illusions and disorientation in aircraft operators. *Scientific Chronicles* 2019; 24(1): 28-39

eoi: <http://eoi.citefactor.org/10.11212/exronika/2019.1.3>

Συγγραφέας επικοινωνίας: **Συμεών Ναούμ**, E-mail: naoumsimeon@gmail.com