

מבוא לרפואה תעופתית

ספ"ר הרפואה אל גלר יתמקדלן



מידי שנה טסים 2 וחצי מיליארד איש ברחבי העולם. אנחנו מתעסקים בסביבה לא טבעית, דהיינו זהו אינו בתחום הביוספרה הרגילה בה נולדנו ואליה נבראנו.

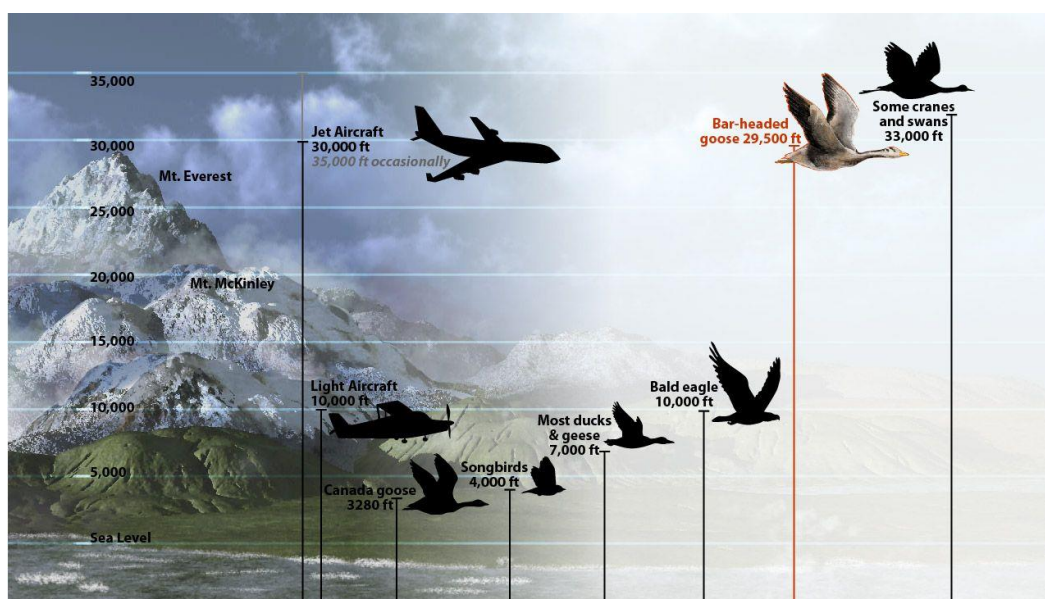
למעלה מ-80% מאובדני המטוסים הראשונים נבעו מטעויות טייס עקב פעילות פיזיולוגית לא תקינה. כלומר הטייסים גרמו לתאונות ולאובדני החיים. אורך החיים הממוצע של טייס במלחמת העולם הראשונה היה 3 שבועות – 21 יום.

אחרי מלחה"ע השניה החלה התפתחות מאסיבית של התעופה האזרחית.

מקצוע הרפואה התעופתית החל להתפתח עקב גל מחלות בקרב הנוסעים. ההתפתחות גברה עם עידן החלל בשנות השישים.

פיזיולוגיה תעופתית:

זוהי פיזיולוגיה של אדם בריא שעובד בסביבה העויינת התעופתית, של עליה לגובה, עם כל המשתמע מכך. יש הבדל מהותי בין מחלת גבהים – שהיא חשיפה ללחץ ברומטרי נמוך והיפוקסיה בהדרגה, לבין האירועים שמתרחשים בחשיפה לסביבה תעופתית, שהיא סביבה מאוד קיצונית ומהירה.



במבט על הלחץ הברומטרי: בסביבות 18 אלף רגל, אנחנו נמצאים כבר במחצית הלחץ האטמוספרי. אטמוספירה 1 היא 760 מ"מ כספית, ב-18 אלף רגל, אנחנו נמצאים בערך בחצי אטמוספירה. 18 אלף רגל זה לא מאוד מאוד גבוה מבחינה תעופתית. ולכן, אם טסים מעל 18 אלף רגל, אנחנו נמצאים כל הזמן בסביבה שבה הלחץ הברומטרי מאוד נמוך, עם כל התופעות שמלוות זאת. השלב הבא הוא בסביבות 33 אלף רגל: בגובה הזה, הלחץ החלקי של חמצן הוא כזה, שגם ב-100% חמצן, לא ניתן לשמור על רוויון מעל 90%. ולכן, בכל טיסה מעל 33-30 אלף רגל, חייבים בתהליך של דיחוס. המשמעות של דיחוס הוא, שלוקחים את הקאבינה (תא הנוסעים) ושומרים על לחץ אטמוספרי בתוך תא הנוסעים שהוא גבוה יותר מהלחץ הברומטרי מחוץ למטוס. ככל שממשיכים לעלות לגובה, ואם מנסים לשמר את הלחץ בפנים – הפרש הלחצים בין הפנים לחוץ של המטוס הולך וגדל. להפרש הלחצים הזה יש בעיה, מפני שזה מחייב חוזק של המעטפת של המטוס, שיחזיק את הפרש הלחצים. החוזק הזה מתורגם למשקל, מפני שזה דורש יותר מתכת. זה דורש מנועים יותר חזקים, שורף יותר דלק. ולכן: הטכנולוגיה של שמירת הדיחוס בתוך המטוסים, היתה המפתח להתפתחות של מטוסי הנוסעים.

כבר במלחמת העולם השניה, היו תאי טייס מדוחסים. רק כשהחלו לפתח דיחוס, הגדילו משמעותית את הטווח. מה שהיה המפתח הוא היכולת לקחת אוויר דחוס ממנועי הסילון, ולהשתמש בו לתוך תא הנוסעים. הדיחוס איפשר למטוסים לטוס יותר גבוה, וכך גם הטווח גדל. כך שיש כאן מעגל קסמים בין היכולת לשמר את הסביבה הפיזיולוגית, לבין היכולת הטכנולוגית לתת למטוס לנצל את יכולותיו להגיע לטווחים יותר גדולים.

מטוס הקונקורד: היה מטוס הנוסעים הסילוני העל-קולי הראשון והיחיד, כל התפתחותו היתה בשנות השישים. היכולת הזו נבעה בעיקר מהיכולת לשמר את הפרמטרים הפיזיולוגיים.

מעל 33 אלף רגל: מגיעים לנקודה נוספת של 58-60 אלף רגל: בגובה הזה, הלחץ הברומטרי הוא בסה"כ של כ-55 מ"מ כספית בלבד. 47 מ"מ כספית זה לחץ האדים של מים ב-37 מעלות. (בירושלים המים רותחים ב-92 מעלות ולא ב-100 מעלות, ולכן הקפה פחות טוב בירושלים. בים המלח המים רותחים ב-105 מעלות).

המשמעות היא: שכל טיסה מעל לגובה 60 אלף רגל, יכולה להתקיים אך ורק אם יש הגנה מלאה לגוף כולו. טייס חלל לובש חליפה מסורבלת במטרה לשמר את הלחץ הברומטרי סביב הטייס והנוסעים, בלחץ שהוא מתחת שבו הגוף רותח.

בתווך בין הגבהים של 30 אלף רגל ל-60 אלף רגל: מי שרוצה לטוס ללא דיחוס, חייב במסיכה צמודה. ובמיוחד במטוסי קרב לובשים מסיכות חמצן, והסיבה לכך היא שבמטוס קרב הדיחוס בא מהמנועים ופותרים וסוגרים מנועים ולכן הלחץ הברומטרי משתנה גם בתוך התא. וגם בשל הסכנה של אובדן דיחוס פתאומי שיכול להיות מהמון סיבות: מספיק שכדור מפלח את החופה – ומאבדים את הדיחוס.

כל היעדר שימוש בחמצן, מביא בעקבותיו את האפשרות של היפוקסיה. אבל הבעיה העיקרית, היא שהפסקת אספקת חמצן בגובה, מביאה לאובדן ההכרה זמן קצר מאוד. מהרגע שמפסיקים לקבל את החמצן בלחץ, ועד לרגע של אובדן ההכרה, זה הזמן שנקרא Time of useful consciousness – מ-18 אלף רגל, שבו ה-TUC הוא 35 דקות, ועד ל-35 אלף רגל שבו ה-TUC נמדד כ-10 עד 15 שניות, הירידה היא לא לניארית, בין 18 אלף רגל ל-25 אלף רגל יש ירידה מ-35 דקות לפחות מדקה.

Altitude	Time of Useful Consciousness
45,000 feet MSL	9 to 15 seconds
40,000 feet MSL	15 to 20 seconds
35,000 feet MSL	30 to 60 seconds
30,000 feet MSL	1 to 2 minutes
28,000 feet MSL	2 1/2 to 3 minutes
25,000 feet MSL	3 to 5 minutes
22,000 feet MSL	5 to 10 minutes
20,000 feet MSL	30 minutes or more

ולכן אם מישהו מאבד דיחוס ב-25 אלף רגל, מטוס נוסעים רגיל, שטס סביב 35-39 אלף רגל, מאבדים את הדיחוס, הנוסעים יאבדו את ההכרה תוך שניות. המסיכות שנופלות יעילות רק מתחת ל-25 אלף רגל. מעל ל-25 אלף רגל, המסיכה תעזור לכמה שניות בלבד, מפני שהמסיכות שצונחות לא אוטמות, ולכן לא מקבלים 100 אחוז חמצן..ולכן לטייסים יש 3-4 שניות להגיב לאובדן דיחוס פתאומי. לא מעט מטוסים המשיכו לשוט להם על טייס אוטומטי, כשכולם בפנים מתו.

כדי להכשיר טייסי אוויר למצבי היפוקסיה, מכשירים אותם בתא רום, שאפשר לרוקן ממנו אוויר ולהעלות את הגובה (כלומר להוריד את הלחץ הברומטרי) ולאמן אנשים לשימוש בצידוד חמצן.

בתווך בין 18 אלף רגל ל-25 אלף רגל, יש מספיק סימנים מקדימים להיפוקסיה: נימול, עיקצוץ סביב השפתיים, כאבי ראש, סחרחורת – הם כאלה שאם כל אחד יודע לזהות את הסימנים המקדימים שלו, הוא יכול מיד לדעת שהוא נמצא במצב שמחייב אותו לעבור לשימוש בחמצן ולהנמיך את הטיסה כמה שיותר מהר.

במטוס נוסעים גדול – גם אם חלון יתפוצץ, תא המטוס לא יצנח מהר, יארכו כמה דקות. יתרה מזו, מאחר ורוב מטוסי הנוסעים הגדולים – מנועי הסילון שלהם חזקים מאוד, יש להם עודף כושר ייצור, שמסוגלים לייצר לטווח קצר מספיק אוויר דחוס כדי לשמר לחץ ברומטרי בגובה סביר. ברגע שהלחץ מזוהה בתוך תא הטייס שמתחיל לצנוח – הטייס יכול להגביר את כושר הייצור של האוויר הדחוס, וגם להנמיך טיסה, עוד לפני שהנוסעים יאבדו את ההכרה.

רום תא: המטוס אינו יודע ליצור תנאים סביבתיים שווים ערך לגובה פני הקרקע. המטוסים של היום יודעים ליצור תנאים סביבתיים שווים ערך לגובה 7,000 רגל בערך. גובה תא אומר שהתא שלך חווה תנאים סביבתיים של כ-7,000 רגל. רום טיסה: הגובה שאתה טס בו בפועל.

גבהי הטיסה: מערבה הגבהים זוגיים, מזרחה הגבהים אי זוגיים. נע בין 32 אלף רגל עד 38 אלף רגל מערבה, ומזרחה – 33 עד 39 אלף רגל. לדוגמא: טיסה לפאריז תהיה בגובה 34-36 אלף רגל, טיסה לניו יורק תתחיל בגובה 30 אלף רגל, ותגיע עד לגובה 38 אלף רגל ככל שישרוף יותר דלק ויהיה יותר קל (מנועי סילון יעילים יותר בגבהים גבוהים יותר שם היחס מיטבי בין האוויר לדלק).

היום מייצרים את המטוס לא ממתכת אלא מפחמן.

חוק דלתון: הלחץ הכולל הוא סכום הלחצים החלקיים. מבחינת היכולת לחמצן את הדם בגבהים – יש שני מרכיבים: מה אחוז החמצן באוויר הננשם (גובה פני הים הוא 21% והוא לא משתנה מהותית עם העליה לגובה, גם ב-41 אלף רגל). אבל בגובה החמצן הוא 21% מ-100 מ"מ כספית, ולכן הלחץ החלקי הוא מאוד מאוד נמוך וברור שיגרום להיפוקסיה. הבעיה השניה היא הירידה בלחץ הברומטרי: חוק בויל קובע: "בטמפרטורה קבועה, בעת השינוי בלחץ, ישתנה הנפח ביחס הפוך לשינוי בלחץ, בעוד שהצפיפות תשתנה ביחס ישר לשינוי בלחץ". כלומר, שככל שעולים לגובה, והלחץ של האוויר יורד, אז כלוא יש לו נטיה להתפשט ולכן בלון קטן הולך ומתרחב עם העליה לגובה. זה מה שקובע את תקרת העליה של הבלונים של מזג האוויר – ככל שעולים צריך בלון עם נפח יותר גדול כדי לאפשר התפשטות. כשבלון עולה לגובה, יש "בונקלה של גז הליום למעלה" וכל השקית ריקה – והסיבה לכך שעם העליה לגובה גז ההליום הולך ומתפשט. אותו דבר קורה גם לגז בתוך גוף האדם:

גזים יש לנו באוזניים, בסינוסים ובמערכת העיכול. ככל שנעלה לגובה, הגז יתפשט. ולכן בד"כ בעליה לגובה, הגז משתחרר יחסית בקלות. המקום היחידי שאינו משתחרר בקלות, הוא בשיניים: מי שיש לו סתימה טרייה, או עששת, יש לו אוויר כלוא. זה מפתיע כמה זה יכול לכאוב בעליה לגובה. כאבי שיניים שמתפתחים עם העליה לגובה, בד"כ זה סימן לבעיה בתוך השיניים. לעומת זאת, בכיוון השני, הבעיה היא אחרת לגמרי – כשמתחילים לרדת, האוויר לא יכול לחזור פנימה לצינור האוסטאכי כי הוא יעשה תמט, האוויר לא יכול לחזור לתוך הסינוסים, ולכן הפרש הלחצים בין פנים עור התוף לחוץ עור התוף הולך וגדל, ועור התוף נדחף פנימה, וזה גורם לכאבים חזקים. אותו כנ"ל עם הסינוסים – כאבי ראש ושיניים. מופיעים כאבי שיניים בהנמכה, זה לרוב מהסינוסים המקסילריים. כלומר בהנמכה, יש חוסר יכולת לאוורר את אותם החללים. ולכן מלמדים את פעולת הפימפום: סוגרים את הנחיריים, ונושפים בלחץ דרך האף, ואז האוזניים מתמלאות כי דחסנו אוויר לתוך הצינור האוסטאכי ולתוך הסינוסים וכך איזנו את הלחצים. ולכן כשעושים פימפום בזמן הנמכה (זו הסיבה שמחלקים סוכריות כי גם פעולת הבליעה עוזרת לפתוח את הצינור האוסטאכי). גם פעולת פיהוק עוזרת לאזן את הלחצים.

מתי הלחצים לא ירצו להתאזן? כשיש בצקת של הריריות. ולכן, מאוד לא מומלץ לטוס כשמצוננים, כי יהיה מאוד קשה עד בלתי אפשרי לאזן את הלחצים, בגלל הבצקת של הריריות שמופיעה בכל נזלת ובכל הצטננות.

תופעה זו של חוסר איזון לחצים בגלל נזלת פשוטה, יכולה להביא לקרע של עור התוף, לדמם בתוך הסינוסים.

אם יש כאבי אוזניים או שיניים אחרי טיסה, צריך לחשוב על חוסר איזון של לחץ. מה שמתבטא בעיקר בלחץ חזק שיכול לקרוע את עור התוף, אם לא – אא"ג יכול לעשות נקב קטן בעור התוף ולאזן את זה. פעמים רבות נראה המוטימפטני – דימום מאחורי עור התוף. אפשר להיעזר גם בטיפות כמו אפדרין, לאפשר להתפשט ובכך לכווץ מעט את הרירית.

היפרדות בועות בתוך הרקמות: מחלת דקומפרסיה:

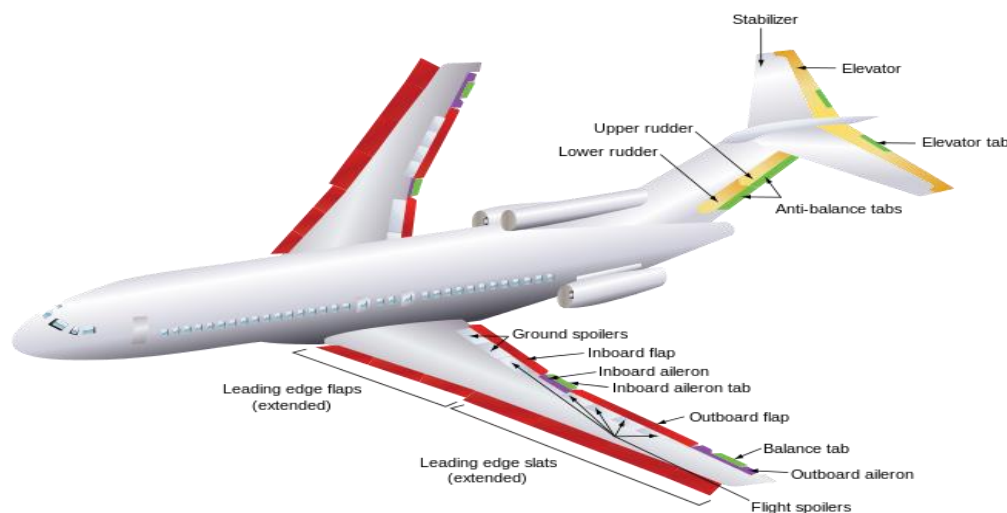
כשמורידים את הלחץ הברומטרי (בעיקר מעל לגובה 18 אלף רגל), החנקן בתוך הרקמות מתחיל לצאת כמו בועות. זו תופעת ה"קוקה קולה" (כי גם בפתיחת בקבוק קולה הבועות מיד מופיעות, שעד כה היו מומסות בתוך המים). הורדת הלחץ הברומטרי (הלחץ בבקבוק שמעל הנוזל השחור הנוראי שהוא קולה), ברקמות זה מופיע באיזור של מיפרקים, וזה מאוד חשוב ב-CSF. במיפרקים זה כואב, אבל ב-CSF זה יכול להביא לאירוע מוחי.

הפגיעות במקרה של פגיעה במיפרקים, זו תופעה שכל צוללן מכיר – the bends – הכאב בכיפוף הפרקים. הפגיעה ב-CNS בגלל היווצרות בועות במע"מ בתוך הנוזל של חוט השדרה, הוא חמור יותר – קרוי Neurological hit, ממש כמו באירוע מוחי. במצב כזה, בגזע המוח הנזק עלול להיות קטלני. בעבר נקראה מחלת קסון.

בטייסים – מאחר ומקטינים את הלחץ מתחת ללחץ הברומטרי, אפשר לתת לטייס לנשום 100% חמצן לתקופה מסויימת (כחצי שעה) ובכך לשטוף החוצה את החנקן. ואז כשהוא עולה לגובה, הסיכוי שיישאר חנקן ברקמות הוא לא גבוה. לצוללן אי אפשר לעשות זאת, בגלל הרעלת חמצן ולכן לא ניתן לעשות זאת בצוללנים, אצלם יש צורך בעליה בשלבים כדי שהחנקן יתנדף. ולכן העליה מצלילות עמוקות היא עליה מאוד איטית, ורוב זמן הצלילה הולך על הזמן שמתבזבז בעליה בחזרה.

הטיפול במחלת דקומפרסיה: בפעולה הפוכה, דהיינו סביבה דחוסה – מכניסים את הטייס לתא לחץ (בניגוד לתא רום שבו מקטינים את הלחץ) לסדר גודל של 3 אטמוספרות, ואח"כ לאט לאט משחררים את הלחץ החוצה ומחזירים לגובה של אטמוספירה אחת.

פניה מתואמת: פניה בה כל הווקטורים זהים מבחינת העוצמה והגודל. מטוס טס קדימה, עם וקטור שדוחף אותו קדימה. בניגוד לכך, יש את הוקטור של הגרר, שהולך אחורנית ומתנגד לו. מצד שני יש את הגרביטציה שמושך כלפי מטה. וצריך לאזן זאת עם וקטור של עליו שיתנגד לגרביטציה. כדי לשמור על טיסה ישרה ואופקית, שבה המטוס שומר על כיוון וגובה, זה אומר שכל הוקטורים הללו צריכים להיות שווים: וקטורים אנכיים = וקטור העילוי = וקטור הגרביטציה. וקטור הדחף = וקטור ההתנגדות. כדי לשמור על מצב של נתונים קבועים, הוקטורים צריכים להיות שווים זה לזה.



ברגע שמטוס מבצע פניה, מתווספים וקטורים בכיוון הפניה או מנוגדים לכיוון הפניה. ברגע שהוקטורים הללו יוצאים מאיזון, ואינם שווים אחד לשני, הפניה איננה מתואמת, כלומר יש וקטור אחד יותר גדול מוקטור שני. המטוס אמנם יפנה, וישנה את כיוונו במרחב, אך יחד עם זאת, בגלל שמאזנים את יתר הוקטורים, אנחנו לא נרגיש את הפניה. בפניה למשל, הטייס יגביר את וקטור העילוי, כי בהורדת אחת הכנפיים לצורך הפניה המטוס מאבד מעט גובה, ולכן הטייס יגביר בחזרה גובה. כלומר הכל עניין של איזונים תוך כדי הפניה.

Acceleration Forces: כוחות אינרציה: כוחות ה-G:

אלה הם הכוחות שפועלים על מסה שמאיצים אותה. כאשר מאיצים זה מאוד שכיח בתעופה הצבאית, בעיקר בגלל הפניות החדות שמבצעים. כאשר מבצעים פניה חדה, אופקית אנכית וכל התימרונים, מלווים בכוחות צנטריפוגליים מאוד חזקים. בחלק מהטיסות הללו המיגבלה היא מיגבלת המטוס, דהיינו חוזק הכנפיים בעיקר, ובחלק מהתימרונים זו מגבלת הטייס – עד כמה הוא מסוגל לעמוד בהשפעת כוחות ה-G. כשהמטוס נמצא בתנועה מאוד מהירה, יופעל על הגוף כוח G גדול.

הבעיה המרכזית היא למערכת הקרדיווסקולרית: אם גובה המוח מעל הלב הוא כ-35 ס"מ, הלחץ ההידרוסטטי הוא פונקציה של גובה העמוד בלבד (לא הרוחב. רק הגובה). אם הלחץ ההידרוסטטי הוא של 30 ס"מ מים, ברגע שנחשפים ל-2G, הלחץ ההידרוסטטי יעלה ל-60 ס"מ מים. וב-3G הלחץ ההידרוסטטי הוא 90 ס"מ מים. מה דוחס את הדם כלפי המוח כנגד העמוד ההידרוסטטי? הלב. הלב מסוגל לייצר לחץ הידרוסטטי מסוים, בהתאם ללחץ הסיסטולי. כך שאם אדם מייצר 120 מ"מ כספית, זה יוצר כ-155 ס"מ מים. אם יש לי 30 ס"מ גובה בין המוח ללב, ו-150 ס"מ מים שדוחסים את הדם מהלב כלפי מעלה, ברגע שאני מגיע ל-5G, בעצם אין לי פרפוזיה. ולכן, המיגבלה של הטיסה בתימרונים, היא מיגבלת הטייס.

המניעה היא בחליפת G. הטייסים לומדים על עצמם את נקודות התורפה. בעיקר בשדה הראייה: בהתחלה שדה הראייה הולך ומצטמצם מהפריפריה לכיוון המרכז. השלב הבא נשאר ראייה מינהרתית. זה מאוד דומה לסינקופה. אח"כ הכל נעשה אפור – Grey out – בשלב הבא – אובדן ראייה במרכז שדה הראייה – Blackout. הסיבה לכך הוא שבעצם הפרפוזיה של העין מפסיקה לפני המוח, כי יש לחץ אינטראוקולרי של כ-13 מ"מ כספית. לכן הפרפוזיה של העין נגרמת כשיש עדיין פרפוזיה של המוח. הטייס יכול לשחק עם הסטיק, ולהחזיק גבול בין ה-Blackout ל-Greyout ועדיין לא מאבדים את ההכרה. כל זה מצויין, ובלבד שלא נכנסו ל-G מהר מידי. יש מצב אחר, שאם נכנסים ל-G מהר מידי, הפרפוזיה של המוח מפסיקה מיד. זה נקרא Loss of consciousness – G LOC וזה מה שקרה לאסף רמון.

אמצעי מיגון מפני G:

המנגנונים הפיזיולוגיים הטבעיים – בעיקר ולסאלבה שמעלה את הלחץ התוך בטני והאינטרטורקלי ובכך דוחס דם אל הלב ומאפשר ללב לדחוס צפונה. ואפשר להרוויח 2-2.5 G באמצעות תנועת ולסאלבה בעיקר כנגד מיתרי קול סגורים למחצה (כמו בלחיצה בעצירות).

מכווצים גם את שרירי הידיים והרגליים.

אבל למקטעים קצרים.

שומעים את הטייסים עושים את הקולות הללו.

השיטה השניה – הגנה מכאנית, באמצעות חליפות G - מכנסי G. אלה מכנסיים הדוקים מאוד שבתוכם בלונים של אוויר – 5 בלונים בד"כ, על הבטן על כל ירך. הם מכוונים להזרים אוויר דחוס ושסתום שמופעל ע"י כוחות ה-G. האוויר הדחוס מנפח את הבלון, סוחט את הדם החוצה מהגפה כלפי מרכז הגוף. וזה מונע את ה-pooling של דם בחלק התחתון של הגוף.

אובדן התמצאות במרחב

טייסים קוראים לכך ורטיגו, סוג של אובדן התמצאות. זה יכול לבוא לידי ביטוי באחד משלושה סוגים של רמות הולכות ועולות: סוג 1, סוג 2, סוג 3. הסיבה לאובדן התמצאות הוא בשל פער בין המערכת הסנסורית שלנו, של איך אנחנו כבני אדם בתוך המרחב, לבין המצב האמיתי.

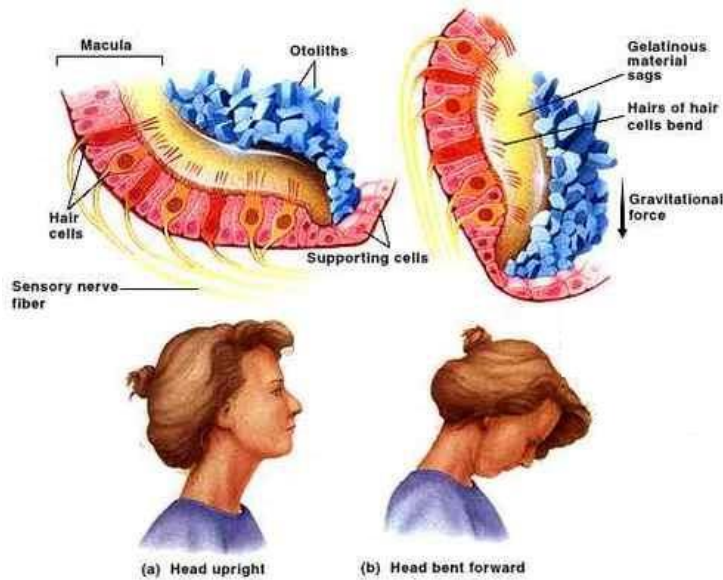
בזמן הפניה יש וקטור של כוח צנטריפוגלי ששומר את הכוח כלפי הרצפה. זו פניה מתואמת שטייסים מקפידים עליה. בסוג 1 של חוסר התמצאות – אתה לא מזהה זאת, הדרך היחידה לדעת היא באמצעות המכשירים. לכן קל להיכנס למצב של אובדן התמצאות במרחב.

בסוג 2 – כשכן מזהים שאתה נמצא בחוסר התמצאות, אפשר להסתכל על המכשירים ולהאמין להם. עד שמגיעים למצב 3 שנקרא Incapacitating שבו התחושות הסובייקטיביות כה דומיננטיות וכה שולטות, עד שאתה משוכנע שיש תקלה בהגאים, ואתה מנסה להזיז את ההגה, והוא כאילו מתנגד לך, ולכן זה נקרא "תופעת היד החזקה". היו טייסים שנטשו מטוס טוב, בטענה שהיתה להם תקלה בהגאים. מלמדים שיטה לפתור את הבעיה – לעזוב את ההגאים.

בעיות רפואת חלל:

אפס כוח כבידה

מחלת תנועת חלל: מחוסר תנועת הנוזל בתעלות הסמיסירקולריות. הנוזל פשוט מרחף, האוטוליטים מרחפים, והגירוי המתמיד הזה של המערכת הוסיטובולרית, היא התופעה שמביאה לבחילות קשות מאוד, שלעתים נמשכות ימים. סקופולאמין עוזר באופן חלקי ביותר.



בסימולטור טיסה: יש תופעה של מחלת תנועה בדמיין, מפני ששם התחושות הפיזיולוגיות והויזואליות יש להם פער גדול מאוד, כי זו לא טיסה אמיתית.

השפעות על המערכת הלבבית: סובלת מהיעדר טונוס והיעדר כבידה. זה דומה ל-bed rest ממושך, ואצל טייס כזה – קיימים הסיכויים גבוהים לתופעות וזווגליות לכן כשהם נוחתים, מורידים אותם ידנית מתא החלל.

נורווסטיבולרית

מוסקוסקלטלית: נובע מחוסר הכבידה

וחוסר הפעילות הגופנית. מתבטא מאובדן מסת עצם ושריר, שהוא מאוד דומה לשכיבה ממושכת במיטה. יש כאן הפרעה מטבולית שמובילה לניוד פעיל של קלציום, יציאה של קלציום מהעצם. גם אצל טייסים שעושים פעילות גופנית בחלל. זה משמר מעט את מסת השריר, אך לא מונע את האוסטאופורוזיס המואץ. לכן יש כאן תופעות מעבר לחוסר הכבידה – אלא תופעות שכל הנראה קשורות משינויים הורמונליים ומטבוליים שנובעים מהיעדר הטונוס הכללי.

פסיכיאטריה: אחת הבעיות המרכזיות של טיסות חלל זו הבדידות. טייסי החלל כלואים בתוך כלוב במשך חודשים, עם אותם האנשים. הדבר יוצר קושי גדול, מעבר לניתוק מכדור הארץ. הסגירה ההרמטית הזו של יציאה לחלל, התופעות שעוד לא מוסברות מבחינה פסיכיאטרית של הסתכלות על כדור הארץ מבחוץ – יש טייסים שמתארים זאת כדומה לתחושה חוץ גופית. ישנם דיווחים על דיכאון, והתפתחות הפרעות פסיכיאטריות בקרב טייסי חלל ששבו לכדור הארץ. התחום נחקר רבות, וטייסי החלל עוברים הערכות פסיכיאטריות ופסיכולוגיות, סימולציות ובקרה נפשית כל העת.