

A man with short brown hair and a beard, wearing a dark blue blazer over a light blue shirt, is shown from the waist up. He is looking towards the left, with his right hand raised and palm facing forward, as if interacting with a transparent, glowing digital interface. The interface displays various data visualizations, including bar charts, line graphs, and circular progress indicators. The background is a blurred office environment with multiple computer monitors displaying data and charts. The overall lighting is warm and futuristic, with a greenish-yellow glow emanating from the interface elements.

כשארגומיה וטכנולוגיה מתקדמת נפגשות

**זהר שרם, יועצת ארגונומית
רשומה בכירה**

**אייל לוי, אינטל ארגונומיסט ארגונום
רשום בכיר**



טכנולוגיה מתקדמת ובינה מלאכותית (AI) – הגדרה

תחום העוסק בפיתוח מערכות
וטכנולוגיות המדמות אינטליגנציה אנושית

- למידה
- חשיבה
- זיהוי דפוסים
- קבלת החלטות
- עיבוד שפה טבעית

מערכות אלה פועלות על בסיס
אלגוריתמים ונתונים כדי לשפר ביצועים
לאורך זמן.



סדר היום

- אתגרים : מדוע אנו כאן היום?
- זיהוי גורמי סיכון ארגומיים
- ראייה ממוחשבת Computer vision
- טכנולוגיות התערבות : פתרונות וחדשנות בארגונומיה
- שלד חיצוני: Exoskeleton
- חיישנים לבישים: wearable sensors
- אביזרי משוב לניתוח ושיפור תנוחה ארגונומית
- תוכנה חכמה למניעת פגיעות שריר-שלד
- הדרכה והנדסה
- מציאות רבודה (AR) ומציאות מדומה (VR)

כשארגונומיה וטכנולוגיות מתקדמות נפגשות

הפיכת הארגונומיה מתהליך תגובתי לאסטרטגיה פרואקטיבית

מבוססת נתונים.



שימוש בטכנולוגיה מתקדמת לזיהוי גורמי סיכון ארגונומיים ראייה ממוחשבת **Computer vision**

- הפקת מידע משמעותי מתמונות דיגיטליות, סרטונים וקלט חזותי.
- לוכדת ומפרשת תנועות עובדים על ידי הפיכת וידאו דו-ממדי לייצוג תלת-ממדי של הגוף.
- מאפשרת ניתוח ארגונומי אוטומטי, להערכת סיכון ארגונומי של הגוף כולו בזמן ביצוע מטלה (תנוחה, חזרתיות, סטטיות).
- שימוש בכלי הערכה ארגונומיים –
REBA, RULA, NIOSH.
- צילום בסמארטפון.



כיום:

- תצפית, ידני, וסובייקטיבי.
- משאבים רבים: זמן, תיאומים, השבתה.

הראייה ממוחשבת:

- הערכת התנוחות, התנועות והאינטראקציות של העובדים עם הסביבה שלהם. זיהוי התנהגויות מסוכנות שעלולות להוביל להפרעות שרירים ושלד.
- ניטור ומתן משוב על עובדים במהלך עבודתם (הרמה, כפיפה, הושטה וכו').

ייעול תהליך הערכת סביבות העבודה

שימוש בטכנולוגיה מתקדמת לזיהוי גורמי סיכון ארגונומיים



שלד חיצוני

Exoskeleton



- מסגרת מכאנית קשיחה בעלת מפרקים, אשר מאפשרת תנועה של המפעיל האנושי ומשפרת את יכולותיו.
- פסיבי – אנרגיית קפיצים או אחרת.
- אקטיבי – עם מנוע חשמלי אחד או יותר.
- תומך בידים, בגב וברגליים.
- מורכבות: מידת האוטומציה והחישמול, משקל שיכולה לשאת, חיי סוללה, רמת התאמה אישית ורגולציה.

תחומים מרכזיים בשימוש בשלדים חיצוניים



- באחזקה.
- תעשייה ולוגיסטיקה.
- בצבא.
- בשיקום.





SuitX ShoulderX



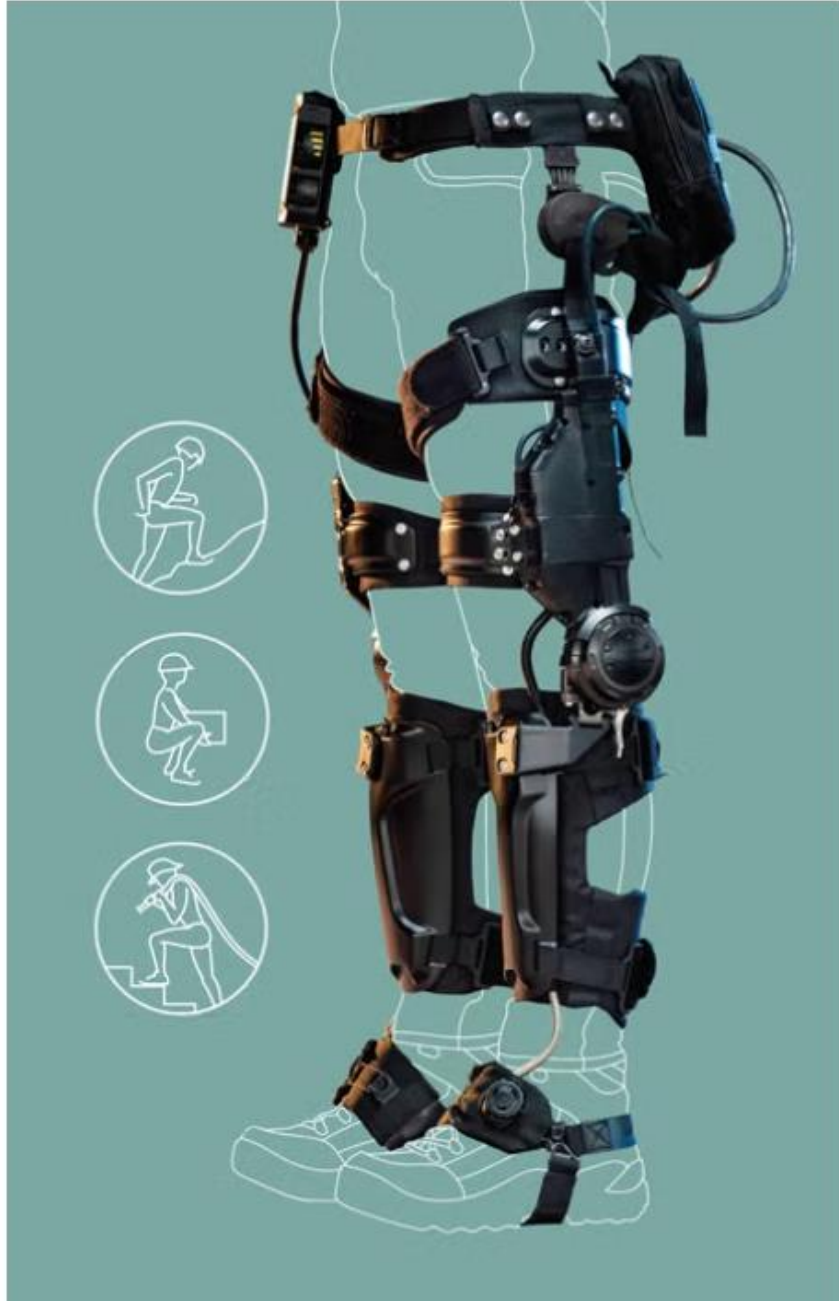
- שלד חיצוני לשיפור יציבה בעבודות אחזקה
- תומך בכתפיים ובגב העליון, לעובדים שעוסקים בהרמת ידיים ממושכת (כגון צביעה או הרכבה).
- הטכנולוגיה מתאימה את רמת התמיכה המתאימה לפי עומס העבודה.
- יישום – הפחתת פציעות במקצועות פיזיים.

Guardian XO – Sarcos robotics



- שלד חיצוני לתמיכה בתעשייה.
- מסייע לעובדים בתהליכים פיזיים כבדים כמו הרמת משאות כבדים.
- משתמש בבינה מלאכותית כדי להתאים את התמיכה לתנועות המשתמש ולחיצוי עומסים על הגוף.
- מתאים לעובדי מפעלים, מחסנים ובניה.

Lockheed Martin - ONYX



- שלד חיצוני צבאי.
- מסייע בנשיאת ציוד כבד ושיפור היכולת לנוע בתנאים קשים.
- מגיב בזמן אמת לתנודות ולשינויים בתנוחות המשתמש.
- לומד את דפוסי התנועה של המשתמש, מבצע התאמות באופן אוטומטי.
- שימוש בחיישנים לניטור ומעקב אחרי תנועות הגוף.
- תמיכה בזמן ריצה, הליכה או הרמה.
- התאמת התנועה לגורמים אישיים – משקל, גובה ויכולת פיזית.

Re-Walk



- שיקום לפגיעות עמוד שדרה.
- חיישנים המזהים שינויי תנוחה וכוח שמופעל
- למידת התנהגות המשתמש לאורך זמן.
- זיהוי דפוס תנועה.
- חיזוי הצעד הבא.
- התאמה אישית.



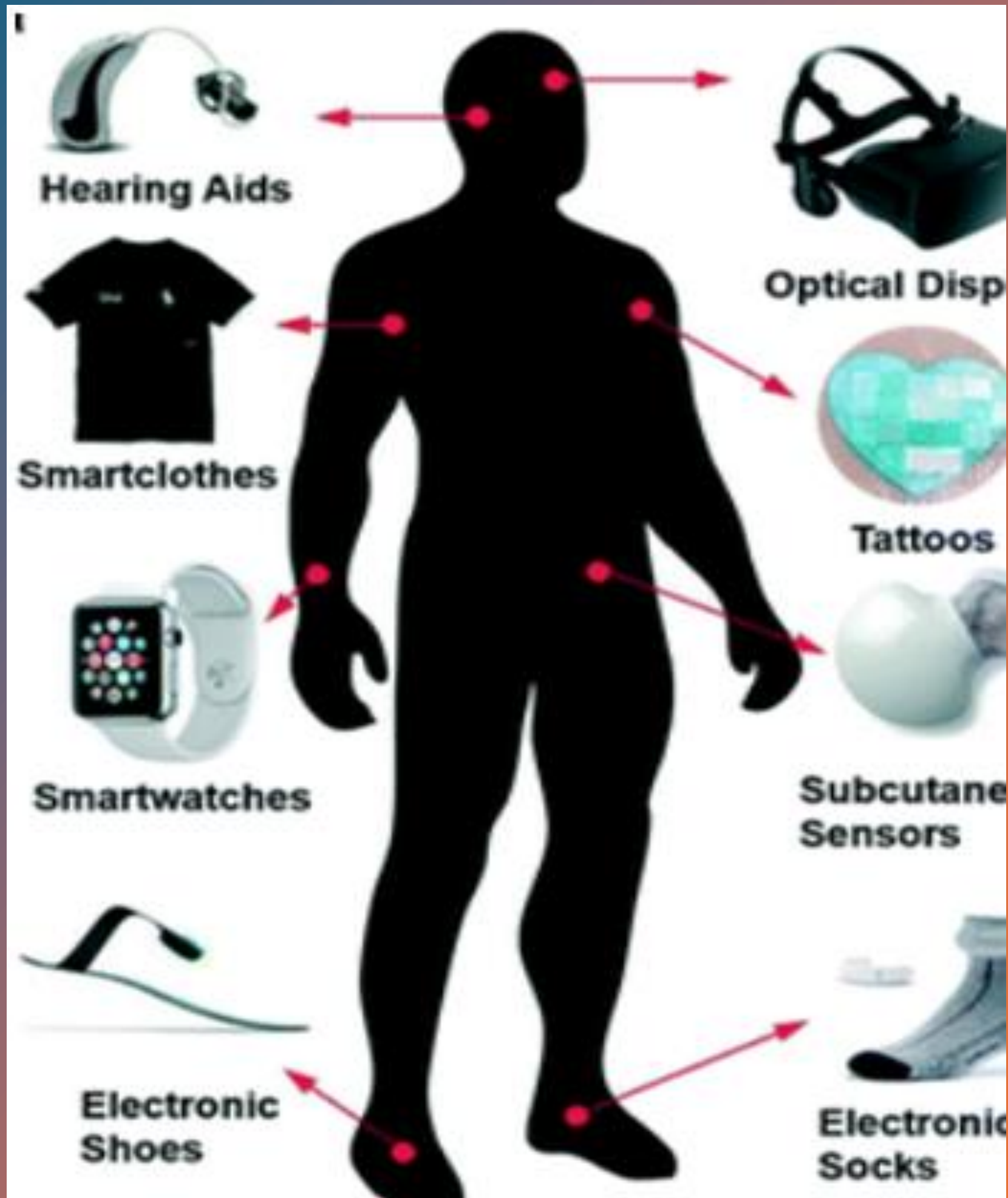


ביקורת ואתגרים בשלד חיצוני

- טכניים: גודל/משקל, סוללה, מורכבות.
- פיזיולוגיים ורפואיים: רגולציה, נקודות לחץ, חיכוך, אטרופיית שרירים והתאמה אישית
- כלכלית: עלות גבוהה ואחזקה, הדרכה, שידרוגים, החזר על השקעה?
- בטיחות: כשל במערכת, תאונות, סייבר.
- פרטיות: איסוף נתונים על המשתמש
- מן המחקר: חלקם נמצאו כלא יעילים, השימוש בהם מגביר עומס עבודה מנטלי.
- מומלץ לבצע פיילוט טרם רכישה.

חיישנים לבישים

Wearable Sensors



- ניטור הגוף על ידי מערכות לא פולשניות
- שעונים חכמים, רצועות או טבעות, צמיד יד, רצועות חזה, חיישנים מבוססי טקסטיל, חיישנים תת עוריים, מצלמות, קעקועים חכמים עם דיו רגיש ביולוגית, משקפיים חכמות, מכשירי שמיעה, הנעלה אלקטרונית, תליונים ועוד
- חיישנים המחוברים ישירות לעור או לבגדים, המנטרים פרמטרים פיזיולוגיים, כגון:
 - דופק, טמפרטורה של העור, קצב לב, קצב נשימה, ריווי חמצן ועוד



Apple Watch

- מעודד להגדיר יעדי בריאות אישיים ולעמוד בהם:

- ✓ עמידה יומית

- ✓ קלוריות

- ✓ דקות פעילות גופנית

- תזכורות ואתגרים יומיים כדי לעמוד ביעדים

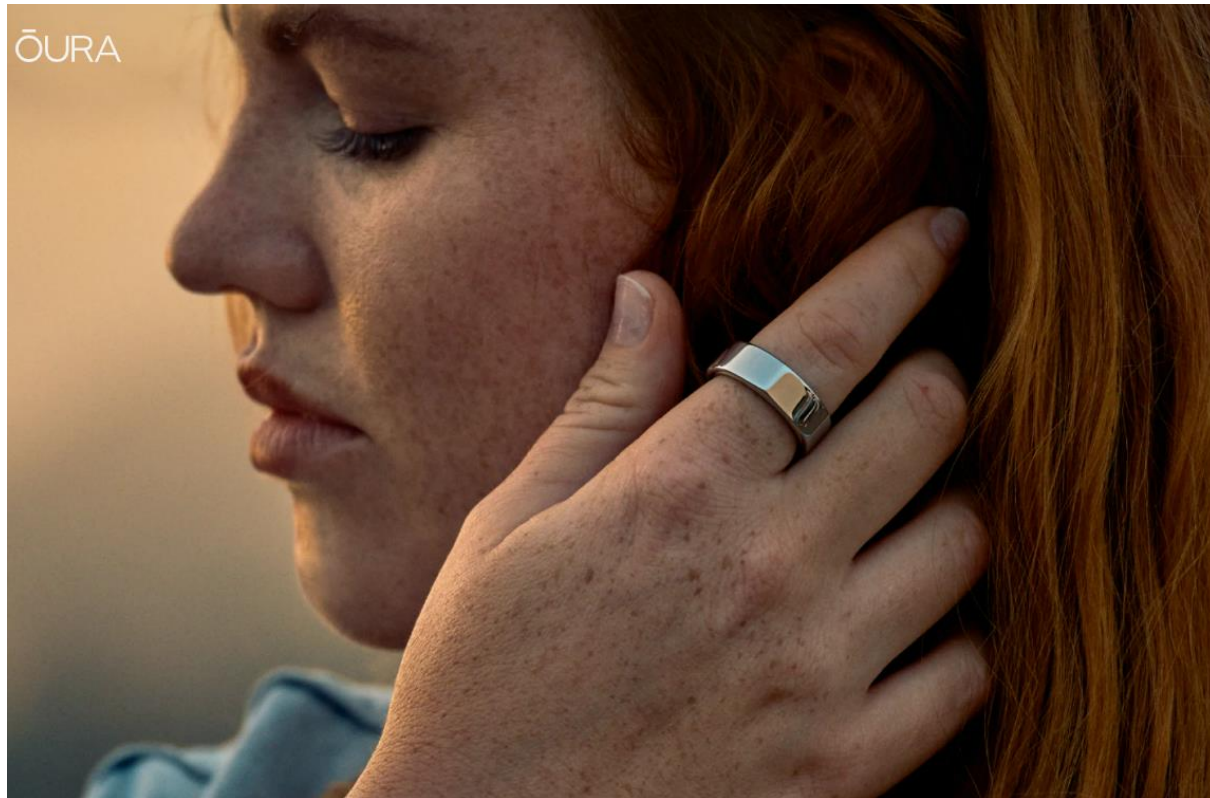
- ניתן להתחרות במשתמשים אחרים.

- שיתוף תוצאות במדיה החברתית וזכיה בפרסים וירטואליים.



צמיד Whoop טבעת OURA

- מספקים ציונים כגון התאוששות משינה וכושר.
- ציון מאמץ המבוסס על תנודות בקצב פעילות הלב, כדי להעריך את העומס שהמשתמשים מפעילים על גופם במהלך אימון ובמנוחה.



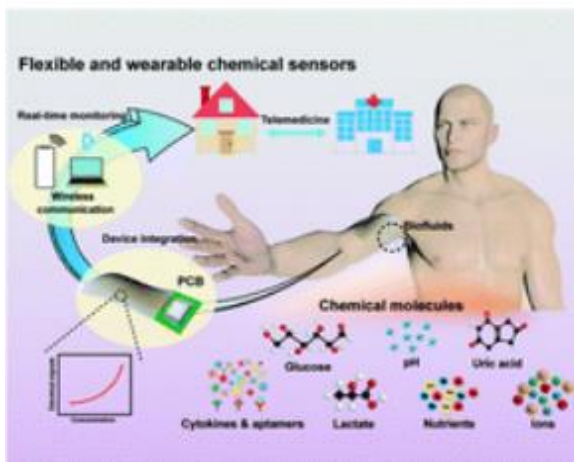
ציוד מגן אישי – חכם

- נעלי בטיחות חכמות: זיהוי סיכון להחלקה, התראה על מכשולים בדרך, תאורה וזיהוי נפילות



- קסדה חכמה: מערכת חיישנים שמנטרת מיקום, פעילות, סביבת עבודה ובריאות.
- איכות האוויר.





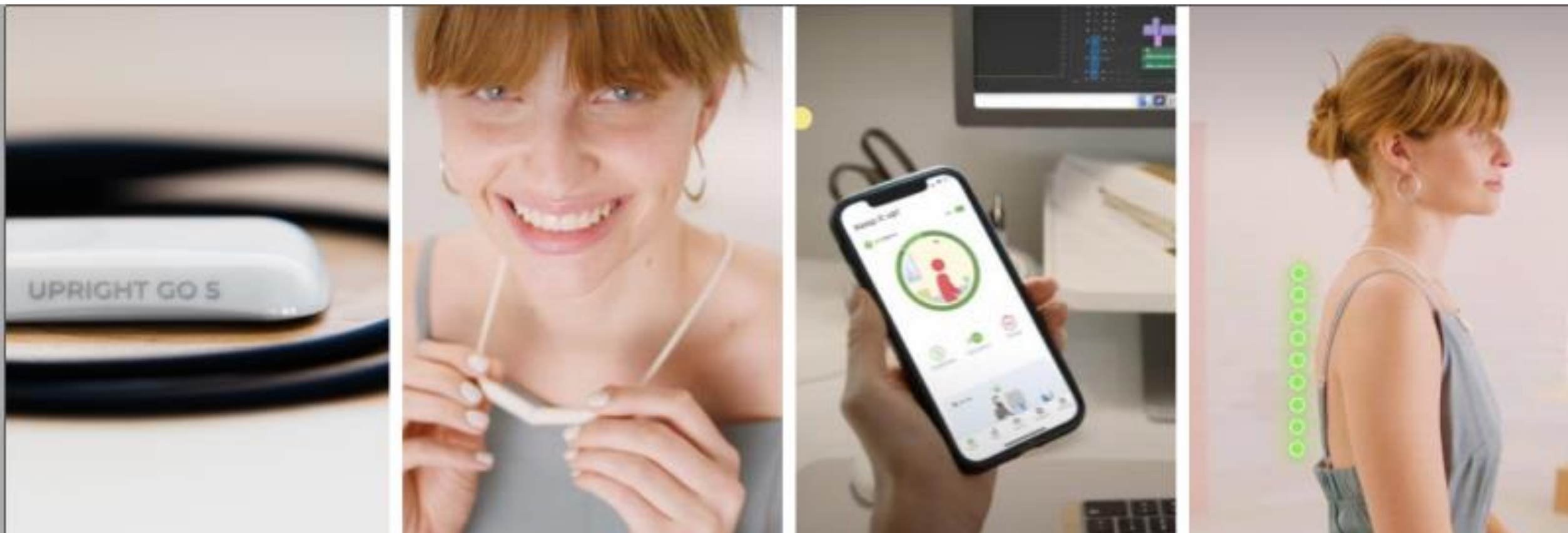
תוצאות של מחקרים

- **טיוטה** - לאחר ציוד 120 עובדי המפעל באינדיאנה בחיילים לבישים במשך חודשיים, 84% מחברי הצוות שיפרו את שיטות ההרמה שלהם.
- **וולמארט** – מדווחת על ירידה של 65% בפגיעות הקשורות לארגונומיה במהלך השנה הראשונה בה השיקה את תוכנית הציוד הלביש שלה בקרב 6,000 עובדים.
- משתמשי אפליקציות בריאות בטלפון הנייד התאמנו יותר, אכלו בריא יותר, הלכו רחוק יותר וישנו יותר בהשוואה ללא משתמשים.
- השיפורים שנצפו בהתנהגות בריאותית הוכחו כמועילים במונחים של מדדי בריאות לטווח קצר (כגון גלוקוז בדם והמוגלובין מסוכרר), וגם לטווח הארוך כמו הוצאות רפואיות של מטופלים וביקורים בבתי חולים.

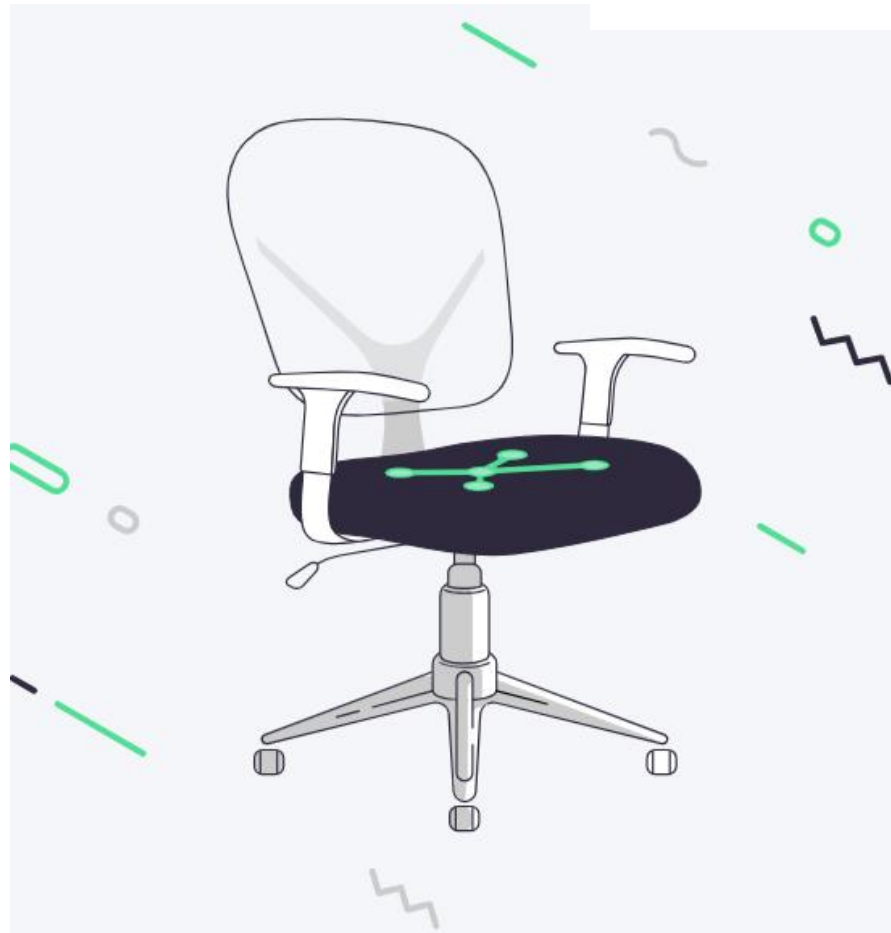
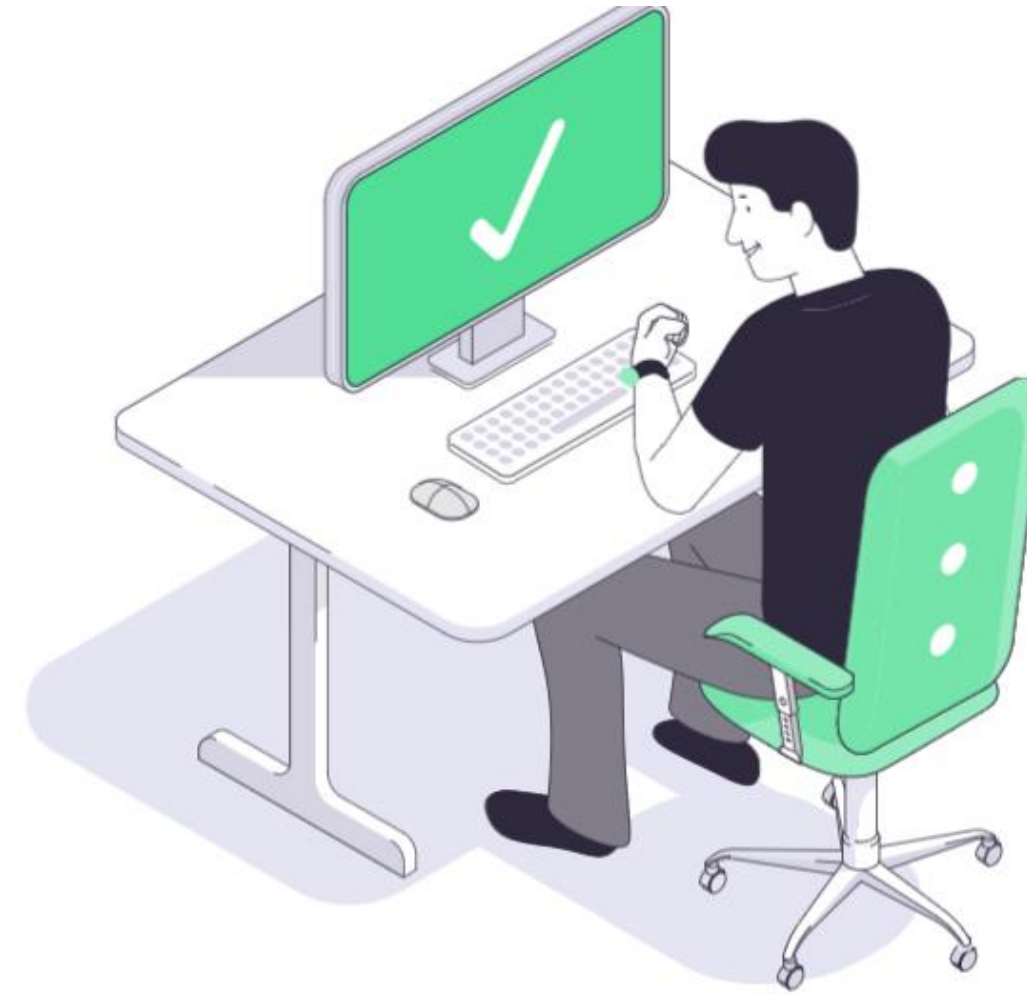
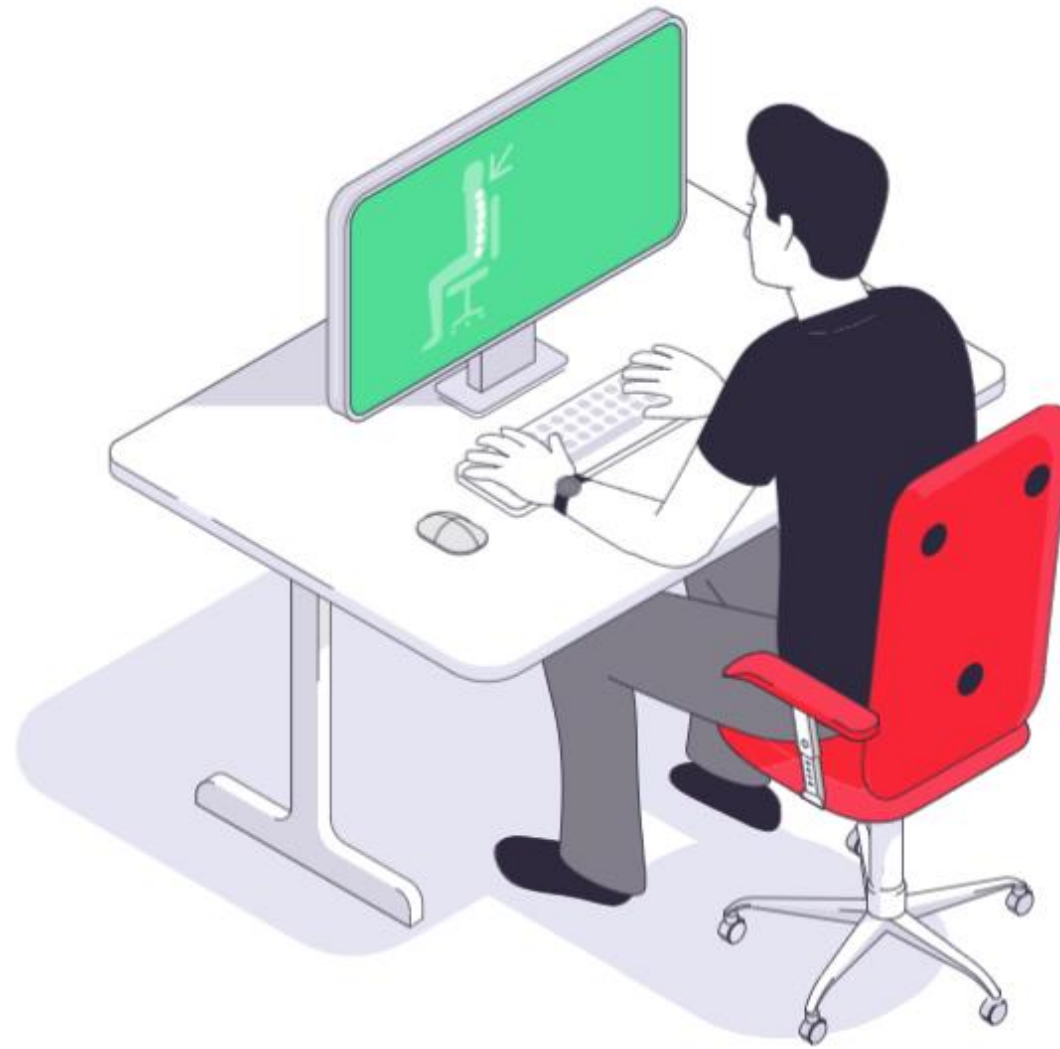
אביזרי משוב לניתוח ושיפור תנוחה ארגונומית

פתרון ל: אנשים יושבים יותר מדי זמן ומאמצים תנוחות לקויות, אנשים לא מודעים לתנוחות שלהם, חסר להם נתונים משכנעים לביצוע שינויים התנהגותיים או בריאותיים.

UPRIGHT



SeatBack k



Stretches

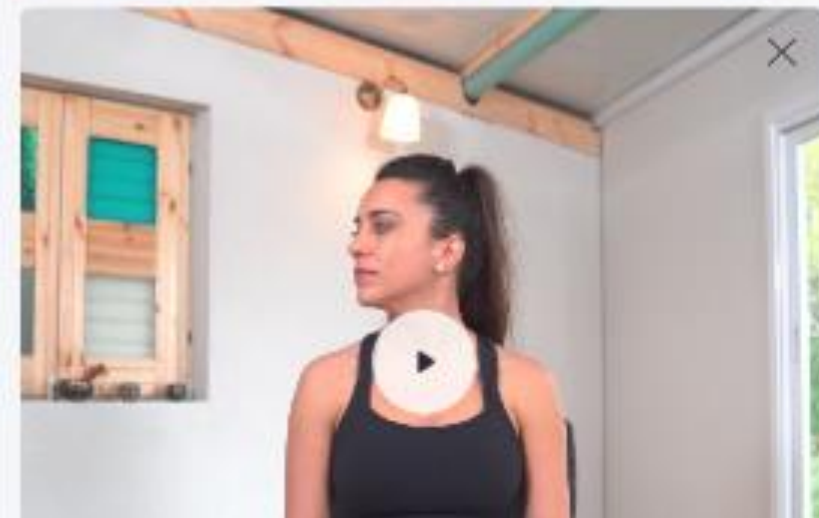


Stretches

Neck Rotation

While sitting or standing, bring head into neck rotation position - looking to one side. The nose points over the shoulder and leads the movement, always parallel to the floor. Eyes follow the movement and look further behind the back.

Repeat 5 times in each direction

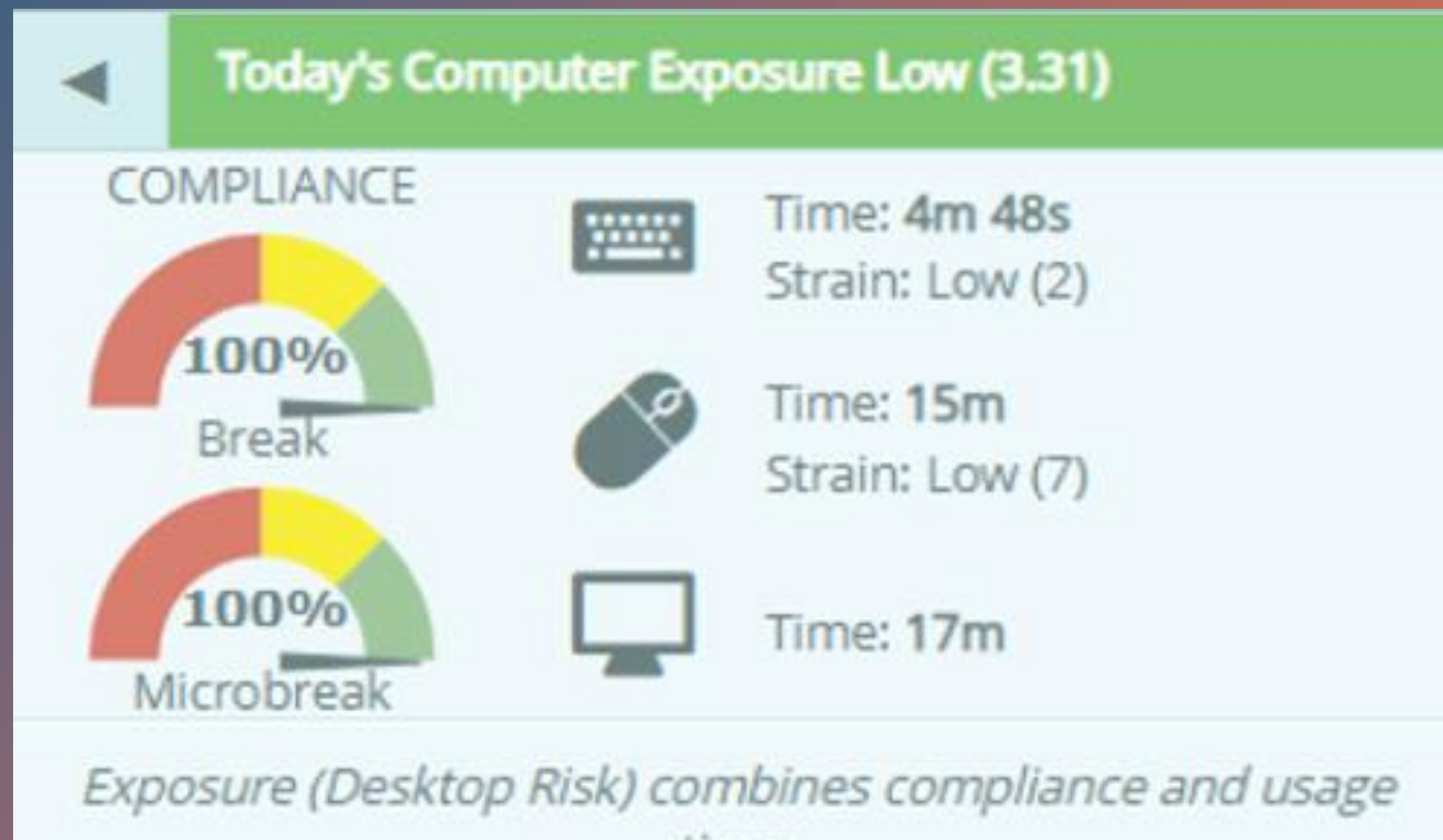


תוכנות חכמות למניעת פציעות שריר-שלד מול מחשב

- מסייעות להימנע מפגיעות שריר-שלד חוזרניות בסביבת העבודה המשרדית

מספר פרמטרים עיקריים:

- זמן שימוש במחשב
- מהירות ואינטנסיביות - הקלדה והקלקה
- היענות להפסקות
- הערכה ארגונומית עצמית
- פרופיל סיכון אישי עם המלצות לסביבת עבודה בטוחה ובריאה



תוכנות חכמות למניעת פציעות שריר-שלד מול מחשב



#	Meaning
1	# of minutes before next micro-pause
2	# of minutes before next WorkPace break
3	# of hours before daily limit is reached
4	Compliance
5	Intensity
6	View Ergo Risk Report
7	Blue bars are a visual representation of a natural break being taken (no keyboard or mouse use). When the blue bar fills entire area, the prompt clock will reset.
8	Yellow bars are a visual representation of time; when the yellow bar fills up the area, the user will be prompted to take a break or to notify that they've exceeded the recommended daily limit.

Overall Risk



High Risk Users
Medium Risk Users
Low Risk Users
Unknown Risk Users
All Risk Level Users
Send reminders

הדרכה והנדסה



מציאות רבודה - (AR) Augmented Reality

שימוש במידע דיגיטלי על אלמנטים בעולם האמיתי



מציאות מדומה - Virtual Reality (VR)

החלפה מוחלטת של העולם האמיתי בעולם מדומה, מציאות חלופית



שימושי VR/AR בשירות הארגונומיה ובטיחות

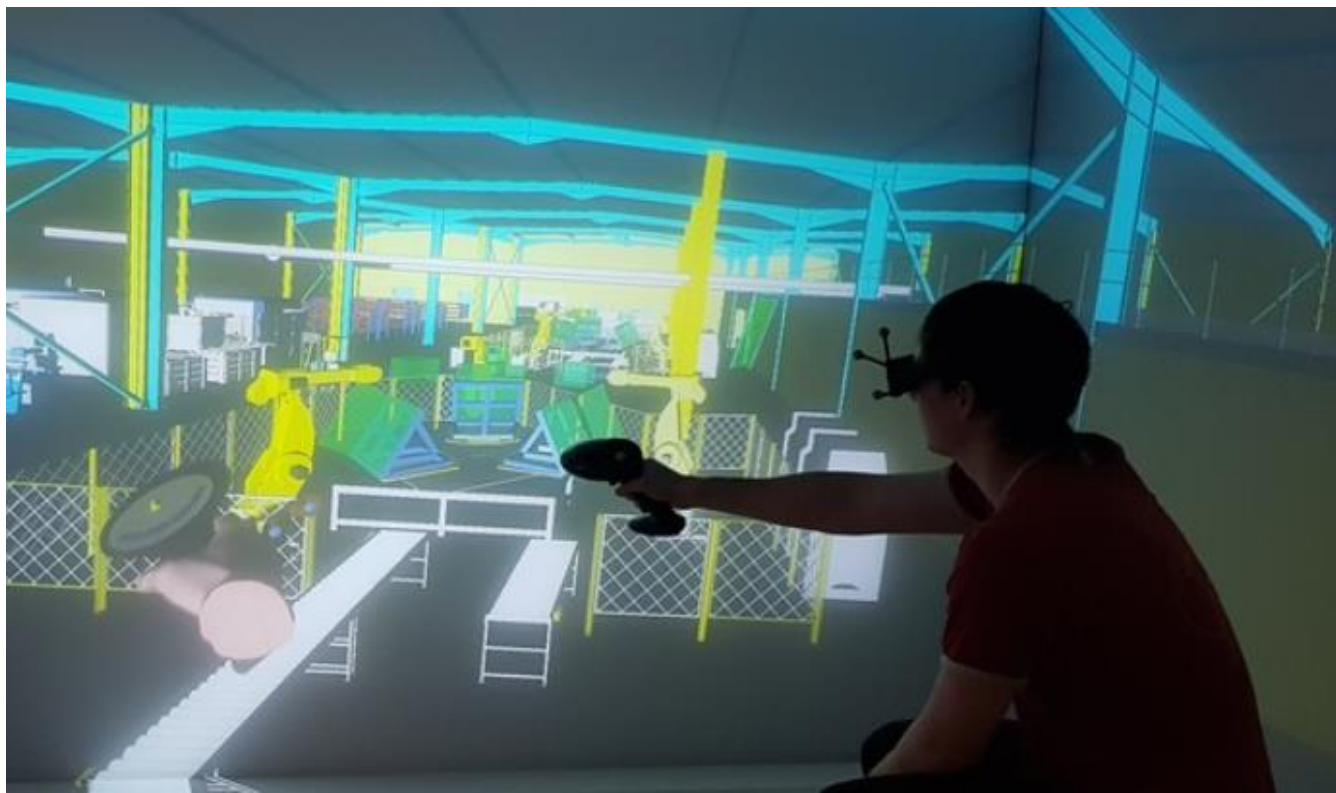
- הדרכה – הדרכות בטיחות מוחשיות טרם יציאה לשטח, כולל הדרכה וירטואלית על יציבה נכונה, טכניקות הרמה וארגון סביבת העבודה.
- פיתוח ושיפור של תהליכי שירות ותחזוקה – להכשרת והדרכת טכנאים.



ניתוח סיכוני בטיחות בענף הבנייה



הרכבת מנוע בטויוטה

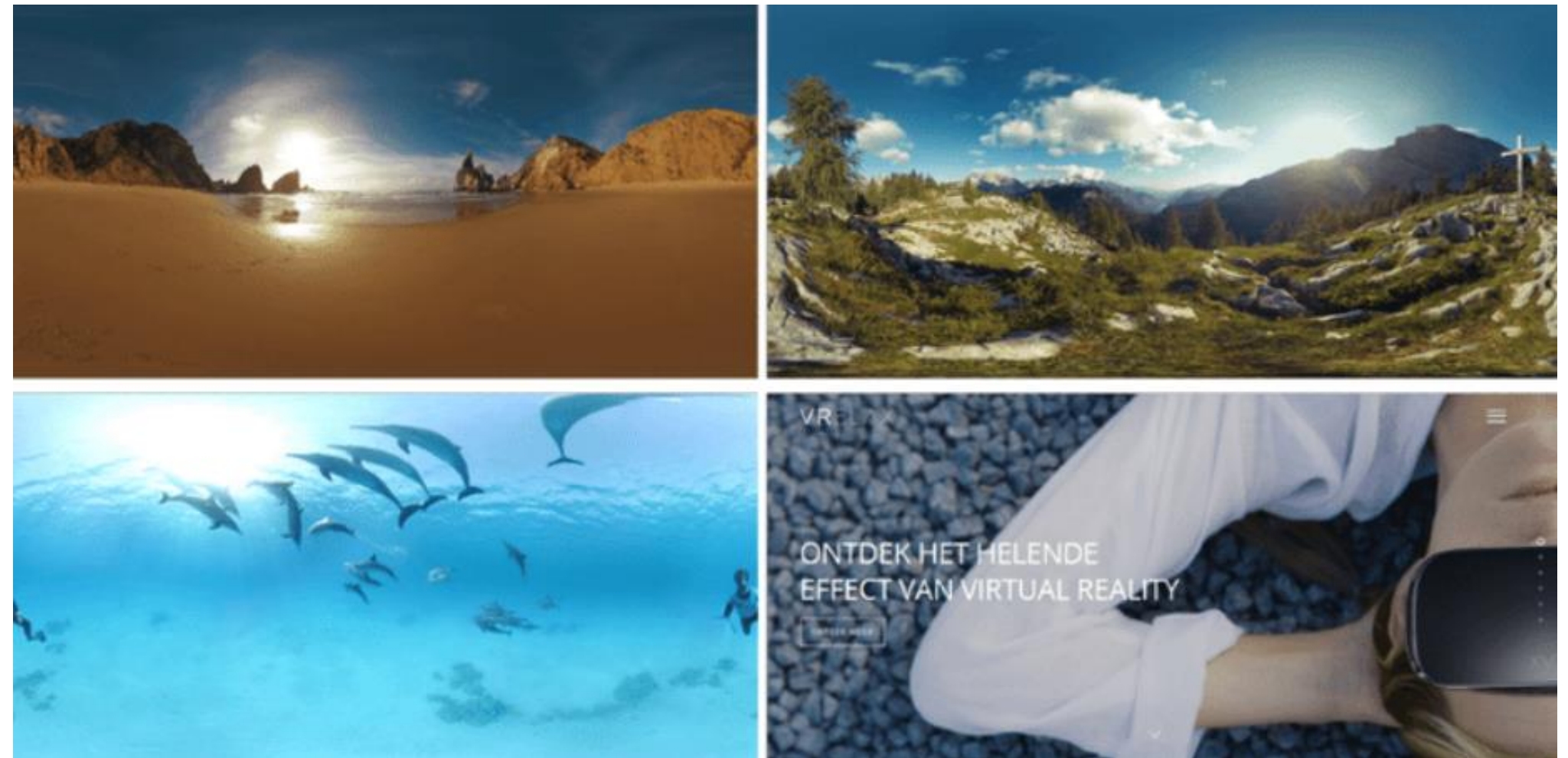


שימושי VR בשירות הארגונומיה

- פיתוח מוצר ארגונומי - תכנון ועיצוב אב טיפוס וירטואלי של מוצר לפני שהוא מיוצר.
- הדמיה של המוצר מתחילת הייצור, ההרכבה, התפעול והתחזוקה לאורך כל מחזור החיים של תוך חשיבה ארגונומית על משתמשי הקצה.
- פיתוח סביבת עבודה ארגונומית - תכנון סביבת העבודה וה layout בקומת היצור, טרם רכישה והתקנה.

שימושי AR/VR בשירות הארגונומיה

- בדיקת פתרונות ארגונומיים שונים בסביבה מדומה, לוודא התאמה טרם רכישה.
- הפחתת סטרס: יצירת סביבות וירטואליות מרגיעות.





אתגרים והזדמנויות לעתיד

אתגרים

- עלות.
- איבוד מיומנויות.
- טעויות וכשל של הטכנולוגיה.
- שמירה על פרטיות נתוני המשתמשים.

הזדמנויות

- פיתוח טכנולגיות נגישות יותר.
- פיתוח חשיבה מבוססת נתונים.
- יצירת סביבת עבודה בטוחה, בריאה ויעילה יותר.

שאלות ?

תודה רבה על ההקשבה !

