

חיי המוח שלך

זה המוח, טמבל

החוכמה - ולצורך העניין גם המיומנות או המומחיות - אינן נחשבות בעיני רוב בני-האדם למושגים ביולוגיים, אך זה מה שהן. רוב בני-האדם מבינים, באופן כללי ובמעורפל, שהנפש היא תוצר של המוח. אך לא תמיד קל לתפוס עד כמה הדוקים היחסים בין שני אלה. על רוב בני-האדם מקובל שקיים קשר בין המוח לנפש - ברמה המופשטת, אך לא ברמה היומיומית. זהו שריד עיקש של ה"דואליזם גוף-נפש" או הבעיה הפסיכו-פיזית - דוקטרינה פילוסופית הקשורה יותר מכול (אף שיש חוקרים בפילוסופיה שיאמרו כי לא בצדק) בשמו של רנה דקארט, ולפיה המוח והנפש הם שני דברים נפרדים והנפש מתקיימת קיום עצמאי שאינו תלוי בגוף. תלי-תלים של ספרים נכתבו בנושא זה, ובכללם הספרים המצוינים השגיאה של דקארט (Descartes' Error) מאת אנטוניו דמסיו והלוח החלק (The Blank Slate) מאת סטיבן פינקר. אי-יכולתו של האדם לתפוס זה מאות שנים את הרעיון שהנפש היא אכן תוצר של הגוף הביאה לעולם את הדימויים מלאי החיות של הומונקולוס, יצור קטן היושב בתוך מוחנו ושוקד על מלאכת החשיבה, ושל "הרוח שבתוך המכונה". בספרי הקודם, The Executive Brain (המוח הניהולי) כתבתי בצער כי אף ש"החברה האוריינית של היום אינה מאמינה עוד בדואליזם הקרטזיאני בין גוף לנפש... איננו משילים מעלינו את שרידי התפיסה הנושנה והמוטעית אלא בשלבים", וככל שהדברים אמורים בספר רות העליונות של חיי הנפש שלנו, אנו עדיין מתקשים לאמץ בלב שלם את הרעיון של אחדות הגוף והנפש.

הופתעתי, ואפילו נדהמתי, לגלות עד כמה שבירה ודקיקה היא ההבנה הזאת. עובדה זו התחווה לי בעליל לפני שנים אחדות, כשפתחנו, כמה מעמיתי ואני, סדנה חינוכית בנושא המוח ששמה "מכון נפש-מוח". תכליתה של הסדנה היתה להביא לידיעת הציבור הרחב את יסודות מדעי המוח, לתאר מה עלול להשתבש במוח וכיצד עלול שיבוש כזה להשפיע על הנפש, ולספר על הטיפולים המקובלים בהפרעות מוחיות שונות. לתדהמתנו הגמורה נתקלנו בתגובות רבות של אי-הבנה. לא אחת לא האמנתי למשמע אוזני כשנשאלתי שאלה רטורית: "מה למוח ולנפש?" בדומה לזה, כשהזכרתי פעם את המוח בהרצאה על הזיכרון, עלתה מן הקהל שאלה שנעימתה לימדה על חרדה, ולא על סקרנות אמיתית דווקא: "מה לזיכרון ולמוח?"

עוד יותר מדהים הוא שבחוסר הבנה דומה נתקלתי גם בקרב ציבור הרבה יותר מתוחכם, כשהוזמנתי להשתתף בסימפוזיון נכבד וחשוב שנושאו סוד ההישגים יוצאי הדופן. הדוברים בסימפוזיון היו כל ה"מי ומי" ברשימת משיגי העולם: מדענים בעלי שם עולמי, נשיאי תאגידים, אלופים אולימפיים, אמנים ידועים ודמויות פוליטיות מן השורה הראשונה. בזה אחר זה התייצבו על הבמה אותם "אלופים" בלתי-מעורערים, איש איש בתחום עיסוקו הנבחר, ושיתפו אותנו בתובנות על סוד הישגיהם. חיש מהר התגבשה הסכמה כללית, שהמפתח להישגים הוא התלכדותם של שני מרכיבים: פה אחד הוסכם כי אחד המרכיבים בהשגת הישגים הוא כישרון בתחום מסוים, והכול הסכימו גם שהמרכיב האחר הוא תכונות אישיות מסוימות, כמו דחף מניע והיכולת להתמקד ביעד רחוק. משתתפי הסימפוזיון הסכימו כי בלא כישרון מיוחד אין סיכוי להישג של ממש, וכי כישרון כזה הוא דבר שנולדים אותו, מנת חלקם הביולוגית של מתי מעט. אחרי הכול, אין חולק שעבודה קשה לבדה לא תוכל להפוך אדם למוצרט, לשייקספיר או לאיינשטיין. אך המרכיב האחר הנחוץ להצלחה יוצאת

דופן, דחף מניע ושאפתנות, הם "דברים שתלויים באדם", כפי שטענו הדוברים בזה אחר זה, כאילו האדם שבו מדובר הוא ישות אפלטונית חוץ-גופית.

כשהגיע תורי לדבר, ניסיתי להסביר למאזיני את הרעיון שגם "דחף מניע" וגם "היכולת להתמקד ביעד נעלה" הן תכונות בעלות בסיס ביולוגי, לפחות במידה חלקית, ושאחת הסיבות להבדלים שאנו מוצאים בין בני-אדם בתכונות אלה היא שהמוחות שלהם שונים זה מזה. האישיות, טענתי אז, כפי שטענתי פעמים רבות קודם לכן לפני קהלים שונים, איננה תכונה חוץ-גולגולתית. היא תוצר של המוח שלנו.

התוכחה שלי נתקלה בקיר מוצק של דממה, ואחריה חוסר סבלנות, וכעבור דקות אחדות אמר אחד ממשתתפי הסימפוזיון, דיפלומט בינלאומי נודע ומהולל: "פרופסור גולדברג, מה שאתה אומר באמת מעניין ביותר, אבל התכנסנו כאן לדבר על הנפש, לא על המוח".

פי נפער באי-אמון על שבוורות שכזאת אפשרית בחבורה כה נכבדה, ושקלתי בדעתי להשיב בהכחשה נמרצת, ולהגן על הקשר בין מוח לנפש, אבל החלטתי להרפות מהעניין - מסיבות חברתיות ולא אינטלקטואליות דווקא.

המסר הפשוט שאני מבקש להעביר כאן הוא שממש כפי שכל תנועה קטנטנה של הגוף תלויה בפעולתה של קבוצת שרירים מסוימת, גם הפעילות המנטאלית הזעירה והחמקמקה ביותר נזקקת למשאבי המוח. וגם הפעילות המנטאלית הפשוטה ביותר עלולה להיפגע ממחלה של המוח. בטרם נפתח אפוא - במלוא הצניעות אך גם במלוא התנופה - בחקירת עונות הנפש בשלבי החיים השונים וטבעה של החוכמה, עלינו לדעת שכל אלה הם ענייניו של המוח. אם להזדקק למטבע לשון מתוך הפולקלור הפוליטי האמריקאי, הנושא המרכזי של הספר הזה הוא "זה המוח, טמבל". ואנא, אל תיקחו את זה באופן אישי.

האם הזדקנות המוח היא תהליך שכולו עצב ואין בו רגע אחד של ניצחון? אינני סבור כך. למעשה, אשתמש בכל החיוניות הנפשית שעדיין נותרה במוחי המזדקן כדי לבסס את הטענה שגם לתהליך הזדקנות הנפש ניצחונות משלו, וניצחונות אלה נקנים רק עם הגיל. זהו המסר המרכזי של הספר הזה.

הגיעה השעה להפסיק לראות בהזדקנות הנפש והמוח תהליך שכל-כולו הפסד נפשי ותו לא. הזדקנות הנפש מביאה עמה גם רווח. כשאנחנו מזדקנים אובדים לנו אולי כוח הזיכרון והיכולת להתרכז לאורך זמן. אבל כשאנחנו מזדקנים אנחנו רוכשים לפעמים חוכמה, או לפחות מומחיות ומיומנות, ואין סיבה לזלזל באלה. הן הרווח והן ההפסד קורים בהדרגה, לא בבת אחת. שניהם כאחד מעוגנים במה שקורה במוחנו. די והותר ספרים כבר נכתבו על ההפסדים של הנפש המזדקנת. הספר שלפנינו מוקדש דווקא לרווחים, ולאיוון שבין הרווח להפסד.

התרבות שלנו דורשת סוף טוב לכל סיפור. כתוצר של הסביבה הקשה והאכזרית של ימי נעורי, התופעה הזאת משעשעת אותי עד היום, אף-על-פי שאני חי מצד זה של האוקיינוס האטלנטי זה שלושים שנה. זכור לי ראיון טלוויזיה אחד שצפיתי בו אחרי פורענות גדולה שאירעה בשנים האחרונות. מומחה ישב באולפן וצייר לצופים תמונה קודרת ודרמתית, ולרוע המזל גם מדויקת, של הנושא הנדון, ואז אמר המראיין, אישיות טלוויזיונית מפורסמת, בשמץ של חוסר סבלנות ואפילו תובענות: "אבל מה תוכל לומר כדי לעודד את הציבור האמריקאי?" ואז אמרתי לעצמי, "איזה ביטוי תרבותי מעניין! תן לי סוף טוב, ויהי מה!"

עידוד אינו תמיד דבר טוב. יש נסיבות שבהן מועיל הרבה יותר לטווח הארוך דווקא לתפוס את הציבור בצווארו הקולקטיבי ולנער אותו משלוותו. אך בשאלת ההזדקנות, הציבור כבר קיבל את מנת הניעור הדרושה לו. אנו שומעים ללא הרף על פגעי הדמנציה ומחלת אלצהיימר, על התסמינים של שחיקה עצבית,* על הכרסום של השכחה ועל התשישות הנפשית הגוברת. הפגעים הללו, למרבה הצער, אמיתיים הם, אך הגיעה השעה להתמקד דווקא בבשורות הטובות, בתנאי שאותן בשורות יהיו אף הן אמיתיות ולא תרגיל "עידוד" מזויף.

החוכמה מהי?

הבשורות הטובות הן, במילה אחת, החוכמה. בפולקלור של כל החברות ולכל אורך ההיסטוריה נקשרה החוכמה תמיד עם גיל מתקדם. אך האם החוכמה יכולה לעמוד מול מתקפת השחיקה העצבית, וכמה זמן?

כאן צצה ועולה השאלה בדבר טיבה של החוכמה. בתרבות שלנו אנחנו מרבים להשתמש במילה זו, ומתוך יראת כבוד. אך האם החוכמה זכתה אי פעם להגדרה מספקת? האם הובן הבסיס העצבי שלה? האם אפשר בכלל להבין עקרונית את תופעת החוכמה במונחים ביולוגיים ונירולוגיים, או שמא היא חמקמקה ורבת-פנים מכדי שאפשר יהיה לגשת אליה במידה כלשהי של דיוק מדעי?

בלא להתנאות בחוכמה מיוחדת משל עצמי, אני מאמין שאני יכול לתרום להבנה זו על-ידי הרחבת ההתבוננות העצמית שלי שהצגתי לעיל, שיש בה כדי לסייע להבהרת טבעה של החוכמה, או לפחות היבט אחד חשוב שלה. הלך המחשבה והטיעון שאני מפתח בספר זה נובעים מהתבוננות עצמית זו ומתובנה זו.

עם הגיל פוחת מספר המשימות הקוגניטיביות בחיים הממשיים המצריכות יצירה מאומצת ומכוונת של מבנים מנטאליים חדשים. משהו אחר קורה: פתרון הבעיות (במובנו הרחב ביותר) לובש יותר ויותר צורה של זיהוי תבניות. פירוש הדבר הוא, שעם השנים אנו צוברים מספר הולך וגדל של תבניות או דפוסים קוגניטיביים. עקב כך, מספר הולך וגדל של אתגרים קוגניטיביים עתידיים מקבלים מענה בקלות רבה למדי מתבנית קיימת, או שנדרש להם שינוי מזערי באותה תבנית. קבלת ההחלטות תלכס צורה של זיהוי תבניות ולא של פתרון בעיות. כפי שמוכיחים מחקריהם של הרברט סיימון ואחרים, זיהוי תבניות הוא המנגנון החזק ביותר של קוגניציה מוצלחת.

האבולוציה יצרה מוח רב-שכבתי, המורכב ממבנים תת-קליפתיים קדומים ומקליפת מוח (קורטקס) צעירה יחסית ובה אזור משנה צעיר ביותר שנקרא, כיאה לו, קליפת המוח החדשה (ניאו-קורטקס). קליפת המוח עצמה מחולקת לשתי חצי-מיספירות, ימנית ושמאלית. המעבר מפתרון בעיות לזיהוי תבניות משנה את האופן שבו חלקים שונים אלה של המוח תורמים לתהליך. ראשית, הקוגניציה הולכת ונעשית מעצם טבעה תהליך של קליפת המוח החדשה בלבד, והולכת ופוחתת תלותה במנגנון התת-קליפתי ובמנגנון שבקליפת המוח הישנה. שנית, חל שינוי במאזן השימוש שלנו בשתי ההמיספירות. כפי שאראה בהמשך, מבחינה עצבית פירוש הדבר קרוב לוודאי פחות ופחות הסתמכות על ההמיספירה הימנית של המוח והסתמכות הולכת וגדלה על ההמיספירה השמאלית.

בספרות של מדעי המוח, התבניות הקוגניטיביות המאפשרות לנו לעסוק בזיהוי תבניות נקראות "אטרקטורים", מושכים. אטרקטור הוא מערך מרוכז של תאי עצב (תאים הממלאים תפקיד חיוני בעיבוד המידע במוח) שיש ביניהם קשרים חזקים. תכונה ייחודית לאטרקטור היא שמגוון רחב מאוד של סוגי קלט יפעיל בקלות ובאופן אוטומטי את אותו מערך עצבי, את האטרקטור. זהו בקצרה המנגנון של זיהוי תבניות.

איור 1. מוח האדם. ההמיספירות של המוח (1 ו-2) והמבנים התת-קליפתיים (3). החלק הקדמי של ההמיספירה השמאלית הוסר כדי לחשוף את גזע המוח ואת מוח הביניים.

אני סבור שמי מאתנו שהצליחו ליצור מספר גדול של תבניות קוגניטיביות, שבכל אחת מהן מתלכדת תמציתן של חוויות רלוונטיות רבות, רכשו "חוכמה", או לפחות מרכיב חיוני מסוים שלה. (בעודי כותב זאת אני שומע את נהמות הזעם של מבקרים מכל קצווי המדעים המדויקים, מדעי הרוח והאקטיביזם החברתי, המאשימים אותי בפישוט יתר גס ושערורייתי, ולכן אני מפזר את הסיכונים שלי.)

מעצם טבעם של התהליכים העצביים הכרוכים בה, ה"חוכמה" (לפחות בהגדרה הצרה, אני מודה, שנתתי לה) משלמת דיבידנדים בגיל המבוגר בכך שהיא מאפשרת תהליך של קבלת החלטות חסר מאמץ יחסית, הנזקק למשאבים עצביים צנועים בלבד. כלומר, הם צנועים כל עוד התבניות נשמרות כישויות עצביות. עד לנקודה מסוימת, החוכמה והתכונות

הקרובות אליה - מיומנות ומומחיות - עשויות להיות עמידות בפני שחיקה עצבית. אלה הנושאים המרכזיים שבהם יעסוק הספר הזה.

אבל בטרם נתעמק במנגנונים המוחיים העומדים בבסיס היתרונות הקוגניטיביים שאנו רוכשים בתהליך ההזדקנות, עלינו לעסוק בכמה שאלות מקדימות. עלינו לבחון את אופי החוכמה כתופעה פסיכולוגית וחברתית. עלינו לקבוע לשביעות רצוננו אם אכן נפש חזקה עשויה להמשיך לפעול, ועד לנקודה מסוימת גם לעשות חיל, אף לנוכח שחיקה עצבית. זה יהיה בסיסו ההומניסטי של הספר ונקודת המוצא שלו, שממנה ייפתח מסענו אל מסתרי המנגנון העצבי של החוכמה, המיומנות והמומחיות, ואל היתרונות הקוגניטיביים שמעניק תהליך ההזדקנות.

בוקר אחד בחיי המוח שלך

בטרם נרד לשורשן של סוגיות מרתקות אלה, הבה נפתח במבוא קצר למוחנו שלנו. כיצד פועלת חומרה ביולוגית מופלאה זו וכיצד היא משמשת אותנו בפעילותנו היומיומית? הבה נתחיל מבראשית ונבחן בוקר אחד בחיי המוח. צלצול השעון המעורר תוקף בגסות את גזע המוח שלך, את התלמוס ואת קליפת המוח השמיעתית. הצליל מעורר אותך משינה עמוקה, ופירוש הדבר שהאות השמיעתי הפעיל בדרך כלשהי חלק מסוים בגזע המוח, התצורה הרשתית, הממונה על העוררות הכללית. אילו היה זה צליל שונה - נביחת כלב, יללת צופר של מכבי אש, קול טיפות הגשם - היית רוטן וחוזר לישון. אבל עכשיו אתה פוקח באי-רצון את עיניך. קליפת המוח השמיעתית, בעזרת גרעיני תלמוס מסוימים, זיהתה את הצליל ושייכה אותו למקורו: זהו שעון מעורר. והאונות המצחיות, הסופר-אגו של המוח, אומרות לך שזה חשוב ושאתה חייב לקום.

אתה קם מהמיטה ומציץ החוצה מבעד לחלון. עדיין אינך ער ממש, אבל קליפת המוח הראייתית כבר נכנסה לפעולה והיא מאפשרת לך להתפעל מהבוקר הנאה הנשקף אליך מבחוץ. היכולת הזאת איננה מובנת מאליה. כשנגרם נזק לקליפת המוח הראייתית, מופיע עיוורון קליפתי, אף-על-פי שהעיניים ממשיכות לתפקד היטב. אדם שלקה בעיוורון קליפתי (בעקבות שבץ מוחי או חבלה מכנית במוח) יהיה מסוגל להבחין בדרגות של בהירות, יהיה אפילו מסוגל לומר שמהו מתנועע בסביבה, אך לא יוכל לזהות חפצים. במקרים מסוימים, כשהנזק לקליפת המוח הראייתית נרחב מאוד, החולה יאבד אפילו את היכולת לתפוס שאיבד את הראייה. מצב זה מכונה תסמונת אנטון.

בחוץ יום שמש יפה ואתה מרגיש טוב. "להרגיש טוב" פירושו שהאונה המצחית השמאלית פעילה, מפני שהיא האחראית לרגשות חיוביים. פירוש הדבר, ככל הנראה, גם שבמערכת ביוכימית מסוימת במוח נכנס לפעולה השליח העצבי (נוירורטרנסמיטר) דוֹפָּמין.

אתה נכנס לחדר האמבטיה וסוקר את החפצים המוכרים: מברשת השיניים, משחת השיניים, מי הפה, התער. מוכרים? כמובן, אתה יודע בדיוק מה הם אותם חפצים. אבל זיהוי של דברים כחפצים בעלי משמעות לא היה מתאפשר בלי אזור מסוים בהמיספירה השמאלית של המוח, פחות או יותר בין האונה העורפית לאונה המצחית, הנקרא הקליפה האסוציאטיבית הראייתית. חלק זה של המוח עובד קשה, אף-על-פי שאתה עוסק בענייניך במקלחת בנינוחות וללא מאמץ, ואולי אפילו עוד לא התעוררת לגמרי. אם חלק זה של המוח ניזוק, האדם ממשיך לראות דברים, אך אינו מזהה אותם כחפצים מוכרים ובעלי משמעות.

זה בדיוק מה שקרה למטופלת שלי, אישה בגיל העמידה שנכנסה בוקר אחד לחדר האמבטיה, הסתכלה כה וכה ולא זיהתה אף אחד מן הדברים שהיו מונחים שם. היא הגיעה בחרדה לבית-החולים הסמוך, ושם נערכה לה מיד בדיקת CT. הסתבר שבליילה לקתה בשבץ מוחי, שפגע בקליפת המוח הראייתית (העורפית) שלה וגרם למצב המכונה אגנוסיה ראייתית לחפצים. מצב כזה יכול להיגרם גם מפציעת ראש או דמנציה. כדי להחזיר את תפקוד המוח לתקנו, הומלץ לאישה על תוכנית מקיפה של שיקום קוגניטיבי, וכך היא הגיעה לטיפול.

למרבה המזל, הקליפה האסוציאטיבית הראייתית שלך פועלת כשורה. אתה מושיט יד אל מברשת השיניים. הסיכויים הם בערך 9:1 שהושטת את יד ימין, מפני שכתשעים אחוזים מהאוכלוסייה הם ימניים. קליפת המוח התנועתית בהמיספירה השמאלית שלך (המסלולים העצביים בין המוח לגוף מצטלבים רובם) מזדרזת להיכנס לפעולה, וכמוה גם המוחן וגרעיני הבסיס. בלא אותם מבנים מוחיים לא היתה מתאפשרת גם התנועה הפשוטה, הקלה והאוטומטית ביותר.

אתה אוחו בידך את מברשת השיניים - נדמה שזו פעולה פשוטה, למרות כל המהומה העצבית הזאת, והנה, הפלא ופלא, עשית זאת כשורה: נטלת את המברשת מצד הידית ולא מצד הזיפים. אבל כדי לבצע את המעלל הזה, הפשוט עד גיחוך, צריך להיכנס לפעולה מנגנון עצבי מורכב. לא די לדעת מהו החפץ, צריך גם לדעת איך משתמשים בו. הידע של התוכנית התנועתית המתאימה לשימוש בחפצים רגילים מאוחסן באונה הקודקודית, בעיקר בהמיספירה השמאלית. נזק בחלק הזה של המוח, שנגרם בגלל שבץ מוחי או מחלת אלצהיימר, גורם לעתים קרובות לאפרקסיה מושגית. האדם מאבד את היכולת להשתמש בחפצים רגילים בהתאם לתפקידם ומתחיל להשתמש בהם בדרך אקראית, בדומה לאדם שהגיע זה עתה מתרבות שונה, שבה החפץ הזה אינו קיים ולפיכך אין הוא יכול לזהותו זיהוי משמעותי. לפעמים הליקוי הזה לובש צורה יוצאת דופן המכונה אפרקסיית לבוש, שבה החולה מאבד את היכולת ללבוש את בגדיו בצורה נכונה. תופעה זו נפוצה אף היא בסוגי דמנציה שונים.

אבל המנגנון העצבי שלך הוא במצב מעולה, ואחרי שאתה מסיים את ענייך בחדר האמבטיה, אתה לובש בלי שהיות את חליפת העסקים. בחוץ מתעוררת העיר לחיים ומוסיקה רועשת מתחילה לבקוע מאתר בנייה סמוך וחודרת אליך מבעד לחלון המטבח. "איזה זבל", רוטנת האונה הרקתית הימנית, הממונה על עיבוד מוסיקה, ומכרכמת את פניך. אם נדייק, הרי האונה הרקתית הימנית יוצרת את השיפוט האסתטי, אך ההמיספירה השמאלית היא שמנסחת זאת במילים.

יש עוד זמן לספל קפה חפוז ולעיתון הבוקר. כשאתה סורק את העמוד הראשון, ההמיספירה השמאלית שלך אחוזת תזוית. האונה הרקתית השמאלית מעבדת ומבינה שמות עצם, האונה המצחית השמאלית מעבדת ומבינה פעלים, והאונה הקודקודית השמאלית מעבדת דקדוק. נזק לחלקים האלה גורם לצורות שונות של אפזיה - אובדן היכולת הלשונית. בינתיים, קליפת המוח הקדם-מצחית מחשבת בקדחתנות כיצד יושפע מקום העבודה שלך מהחדשות המנבאות מיתון קרוב. מדד נאסד"ק יורד זה היום השלישי ברציפות, וכמוהו גם מדד התעשייה דאו-ג'ונס. אתה זוכר מה אמרו העיתונאים לפני ימים אחדים, כשהשווקים היו עדיין במגמת עלייה, ופירוש הדבר שההיפוקמפוסים שלך, בניגוד לתיק ההשקעות שלך, עדיין בסדר. ההיפוקמפוסים חיוניים כמובן ללמידת מידע חדש.

למרות בוקר האביב הנאה, בורסת ניירות הערך השרתה עליך זמנית מצב רוח רע, זעפני, והאמיגדלה, הממונה על הרגשות, מתעוררת לרגע. מסיבות שיוסברו בהמשך הדברים, סביר להניח שמדובר באמיגדלה הימנית.

אתה נחפז לצאת מהבית ומחשב בקדחתנות איך לתמרן בין חמש הפגישות ושלוש שיחות הוועידה שנקבעו כולן דווקא להיום. קליפת המוח הקדם-מצחית שלך, האחראית לארגון דברים על-פני רצף הזמן, עובדת קשה בניסיון לעשות את הבלתי-אפשרי כמעט: לסדר ברצף שמונה פעילויות בדייקנות של שעון בלי להשאיר רגע למנוחה.

במעלית אתה מבחין בפנים לא מוכרות. דייר חדש בבניין? ההמיספירה הימנית היא שניתחה את קלסתר הפנים והגיעה למסקנה שמדובר בפנים חדשות.

אתה תופס מונית ומציץ בשעון. האונה הקודקודית קולטת במהירות את תצוגת המחוגים. תצליח כנראה להגיע בזמן למשרד, פחות או יותר. אבל רגע לפני שאתה מרשה לעצמך לפלוט אנחת רווחה, אתה מבחין שנהג המונית פנה בפנייה הלא-נכונה. אין פלא, אתה מהרהר, הוא בטח ירד רק אתמול מהאונייה ולא מכיר את העיר. חיש מהר אתה משתלט על המצב ומנסה להדריך את הנהג בחזרה למסלול הנכון. כאן נחוצה פעולה מתואמת של האונה המצחית (סידור דברים ברצף) והאונה הקודקודית (מידע מרחבי). אבל האיש הטוב מאחורי ההגה אינו מבין מה אתה סח, מפני שהוא לא מדבר אנגלית! אתה מאלתר משהו בשפת הסימנים האוניברסלית כדי להדריך אותו (פעולה קדחתנית ומתואמת של האונה המצחית, האונה הקודקודית והאונה הרקתית).

הגעת סוף סוף. אתה משלם מהר לנהג וסופר את העודף (החלק הקודקודי-הרקתי השמאלי של המוח, שכאשר הוא נפגע מופיע ליקוי הקרוי אקלקוליה, אובדן המיומנות החישובית). הצלחת. מוחך יכול עכשיו להירגע כמה דקות יקרות בעוד אתה ממתין למעלית.

אז מה קורה כאן? יום העבודה עוד לא התחיל, והמוח כבר עובד במלוא הקיטור. הפעילויות הטריטוריאליזם הספורות, שנעשו בלא מאמץ מתוך שגרה של בוקר, הצריכו מעורבות כמעט של כל חלקי המוח. ואני אהיה הראשון שיודה שתיאור זה של בוקר אחד בחיי המוח חוטא בפשטנות יתר גסה ומדגיש רק כמה מן השחקנים העיקריים על בימת המוח, רק כמה מן הנגנים הראשיים בתזמורת המוחית. במציאות, בכל שלב בתיאורי כרוכים ריבוא שחקני-משנה לצד השחקנים הראשיים, וכולם מתמזגים לכלל מערכים מוחיים מורכבים וסבוכים, המשתנים מרגע לרגע ומתקשרים זה עם זה בצורה זורמת בזמן. בשפה המדעית נקראים המערכים האלה בשם מערכות תפקודיות, מונח שטבע הניורופסיכולוג היהודי-רוסי הגדול אלכסנדר רומאנוביץ' לוריא (שעליו עוד נרחיב בהמשך הדברים). אמנם חוקרי מוח הניחו זה מכבר את קיומם של תהליכים דינמיים וסבוכים כאלה במוח, אך רק לאחרונה התאפשר לצפות בהם בעין ממש, עם הופעתן של טכנולוגיות חדשות וחזקות של דימות עצבי תפקודי, המספקות לנו חלון הצצה, פשוטו כמשמעו, אל המנגנונים הפנימיים של מוחנו החי, הפועל והחושב.

רק צופה בטלוויזיה

כדי להמחיש את המושג מערכת תפקודית - דהיינו, פעולה משותפת ומתואמת של היבטים רבים של הנפש, ולפיכך של חלקים רבים של המוח - הבה נחשוב מה קורה במצב מוכר לנו יפה: צפייה בטלוויזיה.

שבת לפנות ערב, אתה יושב בסלון ובעצם לא עושה כמעט כלום. הכלב מתנמנם לרגליך. אתה חופן בכף ידך את ספל הקפה, או כל משקה אחר שאתה אוהב לשתות בשבת לפנות ערב. אתה לא עושה כלום, בעצם, רק צופה בסי-אן-אן.

בעיצומו של אותו לא-כלום מבורך, בעוד אתה מתבטל למראית עין, המוח שלך עובד קשה, טרוד במערך מורכב וזורם של פעילויות. קליפת המוח הראייתית וקליפת המוח השמיעתית הומות מפעילות כשהן מעבדות את התמונות שעל המרקע ואת קולה של כריסטיאן אמאנפור הפורצת לשידור כדי להביא מבזק חדשות. לצורך זיהוי פשוט של האותות יספיקו אולי התלמוס ומבנים תת-קליפתיים קדומים יותר בגזע המוח, ואין צורך מיוחד לערב את קליפת המוח החדשה. אך כאן מדובר במידע חשוב ביותר, ולכן קליפת המוח החדשה משתתפת בעיבודו.

למען האמת, עיכול חדשות על עימות מתוח המתרחש בחציו האחר של העולם מנצל את רוב משאבי המוח. התוכן המילולי של דברי אמאנפור מעסיק חלק גדול מההמיספירה השמאלית (בהנחה שאתה ימני. אם אתה איטר יד ימין, הסיכויים הם עדיין שש לארבע בערך שההמיספירה השמאלית בעיקר ממונה על השפה). הוא מעסיק תחילה אותו חלק מהאונה הרקתית הנקרא הרכס הרקתי העליון הממונה על תפיסת צליל הדיבור, ואחר כך הוא מעסיק חלק גדול משאר ההמיספירה השמאלית.

השפה היא כלי תרבותי שרמת המורכבות והגיוון שלו עולה על כל דמיון. היא נתפסת אצלנו בדרך-כלל כאמצעי תקשורת, והיא בהחלט כזאת, אלא שהיא גם הרבה יותר מכך. כפי שנראה בהמשך, השפה היא אמצעי להמשגה, לדחיסת מידע, המאפשר לנו לייצג מידע מורכב בקודים קומפקטיים. המנגנון המוחי של השפה מבוזר מאוד ברחבי המוח. כפי שכבר הוזכר, משמעותן של מילים המציינות חפצים (עצמים) מאוחסנת באונה הרקתית השמאלית סמוך לקליפת המוח הראייתית. יש בכך היגיון: הייצוגים המנטאליים של חפצים מבוססים בעיקר על ראייה. משמעותן של מילות פעולה (פעלים) מאוחסנת באונה המצחית השמאלית, סמוך לקליפת המוח התנועתית. גם זה הגיוני: הייצוגים המנטאליים של תנועות מיומנות קשורים בחלקים אלה של המוח. אמירות מורכבות המכוננות יחסים בין דברים מעובדות באותו חלק של ההמיספירה השמאלית שבו מתחברות האונה הרקתית והאונה הקודקודית - הרכס הזוויתי השמאלי.

נזק לחלקים השונים האלה של המוח יפגע בשפה בדרכים שונות, ובניסוח מדעי - ייצור צורות שונות של אפזיה, לפי המקום המדויק בהמיספירה השמאלית שבו קרה הנזק. נזק כזה עשוי להיגרם מכמה גורמים: שבץ, פציעת ראש או דמנציה. לאמיתו של דבר, צורה מסוימת של ליקוי לשוני הנקראת אנומיה (אובדן השימוש במילים) היא בין התסמינים המוקדמים של מחלת אלצהיימר.

אבל גם ההמיספירה הימנית אינה נותרת מחוץ לזירה. בעוד קולה של כריסטיאן אמאנפור נוסק לקראת קרשצ'נדו המעיד על דחיפות, ההמיספירה הימנית היא שמבחינה בתחושת החרדה שנמסרת בקולה של הכתבת. ההמיספירה השמאלית ממונה אמנם על רוב ההיבטים הלשוניים במוח הבוגר, אך ההמיספירה הימנית ממונה על הפרוזודיה. פרוזודיה היא מידע המועבר בתקשורת מילולית, אך לא באמצעות המשמעות המילולית של המילים עצמן אלא באמצעות נגינת הקול וגון הקול. מדובר במה שאנו מכנים "הנעימה הרגשית". (שיבוש בתפקוד ההמיספירה הימנית, כפי שקורה בתסמונת אספרגר, פוגם ביכולת לעבד מידע "חוץ-לשוני" תלוי-הקשר זה. עקב כך, התנהגותו של האדם נעשית מוכנית, גולמנית ולא פעם גם בלתי-הולמת, נטולת עידון וזרימה.)

גם הכלב חש עתה בדחיפות שבקולה של העיתונאית (אינני יודע באיזו המיספירה של מוחו: ההתמחות ההמיספירית לא נחקרה בהרחבה אצל בעלי חיים, אף שזה שנים אני קורא לעריכת מחקר כזה) ומתחיל לנהום. אתה מזהה את הנהמה הכלבית שלו, בניגוד לכל צליל אחר בסביבה, גם בלי שתנתק את עיניך ממרקע הטלוויזיה. גם להישג הזה אחראית ההמיספירה השמאלית, וליתר דיוק האונה הרקתית השמאלית. נזק לאונה הרקתית השמאלית לא רק מחולל אפזיה אלא גם פוגע ביכולת לזהות את קולות הסביבה על-פי מקורם. מצב זה, שמרבים להתעלם ממנו, נקרא אגנוסיה אסוציאטיבית שמיעתית.

בינתיים היתה קליפת המוח הראייתית עסוקה ללא הרף בקליטת התמונות שעל מסך הטלוויזיה. כיון שמצבך הנוירולוגי מצוין, קל לך לקלוט מידע הן מהמחצית השמאלית והן מהמחצית הימנית של המרקע. אתה יכול לעשות זאת מפני ששתי ההמיספירות שלך פועלות כשורה, והקשר ביניהן, אלומה עבה של מסלולים עצביים הנקראת כפיס המוח, תקין לחלוטין. נזק לאחת ההמיספירות, ובמיוחד לאונה הקודקודית, יוצר לא פעם מצב של אי-קשב חד-צדי ראייתי, ואפילו זינוח חד-צדי ראייתי ממש. מי שלוקה באי-קשב חד-צדי ראייתי מתקשה להתייחס למידע המופיע במחצית אחת של שדה הראייה - המחצית המנוגדת לצד שבו נגרם הנזק המוחי. מצב חמור עוד יותר הוא הזינוח החד-צדי ראייתי - מצב שבו יש התעלמות גמורה ממחצית שדה הראייה. אי-קשב או זינוח חד-צדי ראייתי שמאלי (שנגרם מנזק להמיספירה הימנית) חמור בדרך-כלל הרבה יותר מאי-קשב או זינוח חד-צדי ראייתי ימני (שנגרם מנזק להמיספירה השמאלית).

מעניינת עוד יותר העובדה שפעמים רבות החולה אינו מודע כלל לכך שלקה באי-קשב או בזינוח חד-צדי ראייתי שמאלי. אי-מודעות שכזאת לפגם היא כשלעצמה תסמין נוירולוגי, שנגרם בדרך-כלל מנזק להמיספירה הימנית, והוא נקרא אנוסוגנוסיה. אנוסוגנוסיה עלולה לסכן את החולה בצורות רבות ושונות, מפני שהוא אינו מודע כלל לפגם כלשהו, לא רק לאי-קשב או זינוח ראייתי. רק נסו לחשוב על נהג שלקה באי-קשב חד-צדי ראייתי אך אינו מודע לכך. למרבה הצער, תופעה זו אינה נדירה כל-כך אצל חולים שלקו בשבץ בהמיספירה הימנית. אף-על-פי שהתופעה ברורה לכל מי שנמצא בסביבתו של החולה, כל ניסיון לשכנע אותו בקיומו של אותו פגם נידון לכישלון. מכנים זאת "הכחשה", אבל לאמיתו של דבר מדובר במשהו אחר. מן המילה "הכחשה" משתמעת יכולת שלא נפגעה לדעת ובחירה שלא לדעת. באנוסוגנוסיה, בגלל הנזק המוחי, אין יכולת לדעת על קיום הפגם. רבים מהחולים יתעקשו להמשיך לנהוג ולעשות פעילויות אחרות שמסכנות אותם ואת סביבתם.

בסביבה מגוננת מאוד, השפעות הזינוח או אי-הקשב החד-צדי ראייתי יהיו אולי מבדחות, אך לא בהכרח טרגיות. לעולם לא אשכח אותו קשיש בביתאבות שלקה בשבץ של ההמיספירה הימנית שגרם לזינוח חד-צדי ראייתי שמאלי. הוא רגז וצעק על האחיות שקשרו קשר נגדו והן נותנות תמיד לחולה היושב מולו בשולחן בחדר האוכל אומצה, ואילו הוא מקבל רק מחית תפוחי אדמה - עוול משווע לכל הדעות. ההסבר לכך היה פשוט. צוות המטבח נהג להניח את האומצה בצד השמאלי של המגש ואת מחית תפוחי האדמה בצד הימני. האדון הקשיש ראה אפוא רק את תפוחי האדמה שבצד ימין של המגש שלו

ואת האומצה שבצד שמאל של המגש של החולה שישב מולו, ולא היתה כל אפשרות לשכנע אותו שהבעיה טמונה בו, ולא מחוצה לו, עד שהאחיות למדו פשוט להפוך את המגש שמולו. החולה היה עדיין משוכנע שנפל קורבן לתרגיל מלוכלך ושלו עצמו אין כל בעיה. אך פרט לאותו זעם בשעת הארוחה הוא היה החולה השמח וטוב הלב ביותר במחלקה.

שלא כמו אצל אותו קשיש, שדות הראייה שלך - שמאל, ימין ומרכז - תקינים לגמרי, ולכן אתה מסוגל לסרוק את מרקע הטלוויזיה כולו ולעקוב אחר הפרטים החשובים. את היכולת לסרוק סצנה חזותית עשירה בפרטים ולחלץ מידע חשוב מכל מקום שבו הוא עשוי להופיע בסביבה מבטיח אזור באונות המצחיות הנקרא שדות העין המצחיים. אלה פועלים במרץ בעוד אתה מקשר בין דברי כריסטיאן אמאנפור לבין התמונות שעל המרקע.

כשאתה עושה זאת, אתה מעבד את התמונות החזותיות המסוימות המופיעות על המרקע. אתה מזהה אותן כייצוגים של עצמים בעלי משמעות: בתים, מכוניות, עצים... ולמרבה הצער גם טנקים, רובים וכיוצא באלה. הפעולה הזאת מפעילה עוד חלק בקליפת המוח הראייתית, הקליפה האסוציאטיבית הראייתית, הנמצאת רובה בהמיספירה השמאלית, כאמור לעיל. אתה גם רואה פנים - פנים מחייכות, פנים חרדות, פנים מאושרות, פנים כעוסות, פנים של אנשים לא-מוכרים בארץ רחוקה. כשאתה מתבונן בהן ומנסה להציץ אל הנפש שמאחורי הפנים, האונה הרקתית של ההמיספירה הימנית עובדת במלוא המרץ. חלק זה של המוח ממונה על זיהוי הבעות פנים.

אבל פניה של כריסטיאן אמאנפור, למרבה הפלא, מעובדות בעיקר בהמיספירה השמאלית דווקא. חלוקת עבודה מוזרה מתרחשת במוח: ההמיספירה הימנית טובה יותר בטיפול במידע חדש ובלתי-מוכר, וההמיספירה השמאלית טובה יותר בטיפול במידע מוכר. קביעה זו נכונה לכל סוגי המידע, ולכן פניהם של אנשים זרים מעובדות בצד הימני, ופניהם של אנשי ציבור או של בני משפחה וידידים שאתה פוגש כל הזמן מעובדות בצד השמאלי.

בטלוויזיה נמשך הדיווח החדשותי ובינתיים מופיעה בפינה הימנית העליונה של מסך הטלוויזיה מפה המתארת את מקום ההתרחשות. כאן נכנסת לפעולה האונה הקודקודית, המרחבית, בצומת המחבר בינה לבין האונה העורפית, הראייתית. חוקרי מוח מבחינים בין מערכת הראייה של ה"מה" לבין מערכת הראייה של ה"איפה" במוח. מערכת ה"מה", השוכנת בצומת המחבר בין האונה העורפית לאונה הרקתית, ממונה על זיהוי עצמים. מערכת ה"איפה", השוכנת בצומת המחבר בין האונה העורפית לאונה הקודקודית, ממונה על מידע המקום.

הדימויים החזותיים והדיווח של הכתבת מתמזגים לכלל סיפור, אך אתה אפילו לא מודע לשאלה איזה מידע מגיע דרך העין ואיזה מידע מגיע דרך האוזן. הכול נשזר ונארג בתודעתך. דבר זה קורה מפני שהקליפה האסוציאטיבית הרב-חושית שלך פועלת באופן תקין ויעיל. חלק זה של המוח ממונה על צירוף זרמי מידע המגיעים מהחושים השונים ושילובם לכלל חזיון מולטימדיה עצבי אחד. מאחר שהוא אחד החלקים שהתפתחו בשלב המאוחר ביותר באבולוציה, הוא פגיע במיוחד למחלת אלצהיימר ולסוגי דמנציה אחרים.

האזור הזה מופיע בחדשות כבר בפעם השלישית השבוע, אתה אומר בלבך בעודך מאזין לדיווח. כדי להגיע למסקנה זו עליך להיות מסוגל לקשור את האירועים המוצגים בחדשות של היום עם מה שזכור לך מהחדשות ששמעת בימים הקודמים. זה עתה הפעלת בהצלחה את הזיכרון של הזמן האחרון, שבו שמור תפקיד חשוב במיוחד להיפוקמפוסים. גם ההיפוקמפוסים פגיעים במיוחד למחלת אלצהיימר. למעשה, מוני דה-לאון ועמיתיו ממרכז המחקר להזדקנות ולדמנציה בבית-הספר לרפואה של אוניברסיטת ניו יורק פיתחו טכניקות חדשניות למדידות מדויקות של גודל ההיפוקמפוס על סמך MRI לצורך חיזוי מוקדם של הפגיעות למחלת אלצהיימר.

הבשורות הטובות מחזית החידושים בחקר המוח הן שנוירונים חדשים יכולים לצמוח בהיפוקמפוסים. מרגשת במיוחד העובדה שאפשר להשפיע על קצב הופעתם של הנוירונים החדשים בהיפוקמפוסים בפעילויות קוגניטיביות ובתרגול המוח, ובכך נעסוק בהמשך הספר.

בעוד הטלוויזיה ממשיכה לדווח מחדשות היום, אתה מנסה לשער מה עשוי לקרות באותו אזור למוד קרבות. משחק תחזיות, בדומה למשחק שחמט, הוא עסק מסובך. עליך להעריך את ההקשר הכולל ולהכניס את עצמך לנעליו של כל אחד מהשחקנים הראשיים. עליך לשער במידה רבה של סבירות מה הם חושבים על המצב. נפוליאון הבין זאת היטב כשנזף

במרשלים שלו: כשאתם מנסים לצפות את צעדי האויב, אל תצפו ממנו לעשות את הצעד שלדעתכם הוא הצעד האופטימלי שלו. נסו לחשוב מה נראה לו, מנקודת המבט שלו, הצעד האופטימלי, בהתחשב בהיסטוריה האישית שלו ובמידע שככל הנראה נמצא ברשותו, לא ברשותכם. היכולת להכניס את עצמך ל"נעליים המנטאליות" של אדם אחר מכונה בפי חוקרי מדעי המוח הקוגניטיביים היכולת ליצור תיאוריה של הנפש.

יכולות מורכבות אלה - לתכנן, לצפות, ליצור תיאוריה של הנפש - הן יכולות צעירות מאוד מבחינה אבולוציונית. בצורתן המפותחת הן קיימות רק אצל בני-אדם, ואפשר לומר שהן-הן העושות אותנו ליצורי אנוש. על כל התפקודים המורכבים הללו, שעל טיבם התחלנו לעמוד רק לאחרונה, מפקחת קליפת המוח הקדם-מצחית. כתבתי על כך בהרחבה בספרי הקודם, המוח הניהולי. זהו החלק הצעיר והמורכב ביותר במוח האדם, וגם האחרון להתפתח. הוא משלים את התפתחותו רק בגיל שלוש-עשרה, ואולי אפילו רק בגיל שלושים. יש בכך מתן תוקף לנוהג המקובל ברוב התרבויות המודרניות, שאדם מגיע לבגרות משפטית רק בגיל שמונה-עשרה פחות או יותר, ורק בגיל מתקדם עוד יותר הוא יכול להעמיד את עצמו לבחירה למשרות הבכירות ביותר. קליפת המוח הקדם-מצחית פגיעה מאוד למגוון רחב של הפרעות נוירולוגיות ופסיכיאטריות, כגון דמנציה, סכיזופרניה ופציעת ראש. תפקוד לקוי של קליפת המוח הקדם-מצחית מופיע גם במצבים פחות הרסניים אך גורמי נזק בכל זאת, כמו הפרעת קשב והיפראקטיביות (ADHD) ותסמונת טורט.

אצלך ניעורה קליפת המוח הקדם-מצחית מתנומתה ברגע שהתחלת לשחק במשחק כדור הבדולח בניסיון לחזות תחזיות פוליטיות. ניעור גם רכס החגורה הקדמי, מבנה מוחי הקשור קשר הדוק לקליפת המוח הקדם-מצחית ופעיל במיוחד במצבי אי-ודאות.

אבל אתה הרי מכיר את מגבלותיך ויכול להקדיש רק זמן מוגבל למשחק בכדור הבדולח, משחק שאפילו נפוליאון הפסיד בו בסופו של דבר. תשומת לבך מוסחת ואתה מתחיל להרגיש ישנוני. פירוש הדבר שנמאס קצת למבנה חשוב מאוד במוחנו, התצורה הרשתית המעוררת העולה, הממונה על החזקת המוח במצב ערני ודרוך.

אתה מפהק, מתמתח ומכבה את הטלוויזיה. לרגע חולפת במוחך המחשבה להוציא את הכלב לטיול, אבל אתה מחליט להישאר בבית ולמזוג לך משקה נוסף. ההיפותלמוס, האמיגדלה וקליפת המוח הארובתית-מצחית - המנגנונים הממונים על סיפוק מאוויים בסיסיים - נדלקים כולם... החיים באמת לא כל-כך מסובכים בשבת לפנות ערב.