

פרק ו'

תמונה כללית על הנעשה בשחיטה ולאחריה

התמונה הכללית לפני, במשך ואחרי השחיטה הוגדרה ע"י לוי (Levy), (1929, 1930) כארבעה שלבים: שלב ההכנה, שלב הניתוח, שלב הרגיעה ושלב ההתכווצויות.

ההכנה והשחיטה עצמה תוארו כבר בפרקים קודמים. השלבים הבאים יתוארו להלן.

מיד אחרי השחיטה הבהמה מפסיקה כל תנועה ונמצאת במצב מנוחה. יש גם הפסקת נשימה זמנית, המלווה בנשימות עמוקות, במקביל להתכווצויות חזקות של שרירי הגוף. נעשו מדידות לקבוע את השלבים השונים בדיוק.

מהירות יציאת הדם

בהרבה מקרים חיתוך הצוואר נעשה כל כך מהר, עד שלא רואים יציאת דם במשך החיתוך.

מיד אחרי החיתוך של השחיטה יוצא זרם דם חזק - דם הנפש - דרך החתך. הזרם החזק יוצא דרך עורקי הצוואר (עורקי הראש). רואים את היציאה כאילו מזרקה פתוחה בכוון לראש. זרם חלש יותר יוצא מכיוון הראש דרך החתך.

טבלא א': זרימת הדם החוצה אחרי השחיטה

(סהלסטדט Sahlstedt, 1929)

זמן (שניות) אחרי השחיטה	יציאת הדם באחוזים
30	33
60	50
120	70
180	83
240	90
300	95

טבלא ב': משך תקופת הרגיעה אחרי השחיטה
(לוינגר Levinger, 1963)

הסתכלות מס'	זמן בשניות עד התנועה הראשונה	הסתכלות מס'	זמן בשניות עד התנועה הראשונה
1	60	17	15
2	20	18	17
3	40	19	25
4	150	20	10
5	25	21	18
6	15	22	8
7	100	23	5
8	40	24	23
9	15	25	13
10	40	26	20
11	8	27	15
12	45	28	8
13	15	29	25
14	100	30	100
15	10	31	40
16	20	32	23

מוצע: 35 ± 33 Mean

בכדי לתאר את זרם הדם היוצא דרך החתך, ניקח את המספרים שנמדדו ע"י סהלסטד (Sahlstedt, 1928, 1929). הללו נתונים בטבלא א' ומסבירים היטיב את המשמעות: במשך 30 השניות הראשונות יציאת הדם היא 1% - 2% מכמות הדם הכללית בבהמה לשנייה, כלומר: 10-20 ליטר לדקה. דיוקס (Dukes, 1958) תאר מספרים דומים. לפי דיוקס (Dukes) רוב הבהמות היו מדוממות לחלוטין תוך שתיים וחצי עד שלוש דקות, למרות שנראה טפטוף דם במשך 6 - 7 דקות.

משך תקופת הרגיעה

ברוב המוחלט של הבהמות רואים תקופת רגיעה מיד אחרי השחיטה. בטבלא ב' מובא הזמן שנמדד בין השחיטה לבין התנועות הראשונות של הבהמה. ניתן לראות שהתנודה האינדיווידואלית

גדולה. בתקופה זו, מלבד הזרימה החזקה של הדם, ובתחילתה גם נשימות, לא ניתן לראות בבהמה כל תזוזה ושום דבר מיוחד.

תקופת הרגיעה הזו אושרה ע"י חוקרים שונים (הופמן Hoffmann, 1900; לוי Levy, 1927; דיוקס Dukes, 1958; לוינגר Levinger, 1961). דיוקס (Dukes) מדד את הזמנים בחמש בהמות ומצא ממוצע של 20.5 שניות, כשהתנודה היתה בין 15.2 ל 35.5 שניות. לוינגר (1961) מדד את המנוחה בעשר בהמות ומצא תנודה שבין 15 ל 120 שניות, ובממוצע 47.5 שניות. בגלל התנודה הגדולה נמדדה תקופת המנוחה (1963) בבהמות נוספות והתנודה היתה מ 8 עד 150 שניות, ובממוצע 35 שניות. גרנדין Grandin (1994) עקבה אחרי הבהמות שנשחטו בעדינות ובזהירות. היא מצאה בהסתכלות, שכללה יותר משלושת אלפי ראש בקר, ומצאה בקביעות את המנוחה, בכל שיטות ההכנה והכפיתה שהשתמשו בבתי המטבחים שנבדקו.

בגר (Bager) וחבריו (1992) אף הם מדווחים שאין כל תגובה על חיתוך הצוואר, לא בבקר הבוגר ולא בעגלים. אפילו במקרים בהם תקופת הרגיעה נמשכה פחות מעשר שניות, קשה להניח שההתכווצויות היו כתגובה לכאב שנגרם ע"י החיתוך. זאת, מכיוון שבהמה נורמאלית מגיבה על כאב מיד (תוך שנייה) וכאן התהליך נמשך 8 שניות ויותר. על השאלה: האם המוח מסוגל להגיב אחרי 8 שניות ויותר, נשוב לדון להלן, בשעת הדיון על מערכת העצבים.

באיזו מידה תקופת הרגיעה פועלת גם על אברים חיוניים אחרים, נתון לחילוקי דעות. הופמן (Hoffmann, 1900) סבר שהחזר הקרנית אינו פועל בזמן הזה, בעוד שבאזעל (Basel, 1927) מצא אותו פועל כהלכתו, עוד למשך זמן.

מעניין לציין שתקופת הרגיעה כוללת את כל שרירי הגוף ובאופן חלקי גם את שרירי הנשימה.

הנשימות העמוקות

מיד אחרי תקופת הרגיעה רואים כיצד הנשימה מואטת ומעמיקה. כתוצאה מחיתוך הקנה בשחיטה, יוצא כל האוויר דרך קנה הנשימה החתוך. אפשר, למרות הכל, לראות את תנועת הנחירים בקצב הנשימה, כאילו יוצא האוויר דרך שם. זמן התחלת וסיום הנשימות העמוקות מובאות בטבלא ג'. המשמעות של הפסקת הנשימה אחרי חיתוך הצוואר וכתוצאה משכיבה בזוית מסוימת בשעת הדימום נידונה בספרות (למשל: קרפ Karp וחבריו, 1961: צרניאק Cherniak וחבריו, 1966). הנשימה הזו תוארה כבר בספרות בהקשר לשחיטה ולדימום כללי.

מנגולד (Mangold, 1929) מדבר על "רעב לאוויר" וסבור שהבהמה סובלת ייסורי חנק. (ישנה ספרות בה מוצאים תיאורים כאלה מאז ועד היום).

רוב החוקרים סוברים, שההנחה של חוסר אויר אינה נכונה. בחלקה הנשימה העמוקה היא תוצאה של יציאה מלאה דרך חלל אחד ובחלקה היא פעולה רפלקטורית של מערכות הגוף על חוסר חמצן. מראה נשימות עמוקות באזור הראש, אובחנו גם בראשים מבודדים (טשירגי, Tschirgi, 1946).

טבלא ג': התחלה וסיום הנשימה העמוקה אחרי השחיטה

(לוינגר, 1961)

מספר הסתכלות	התחלה (שניות)	סיום (שניות)	משך ההפסקה
7	25	75	50
8	17	100	83
4	12	55	43
5	55	150	95
6	18	140	122
2	30	85	55
3	20	100	80
9	14	80	66
1	40	75	35
10	18	90	72
ממוצע	24.9	95.0	70.1

ניסיונות קימה

במאה וחמישים בהמות לא כפותות נערכה הסתכלות, 20 בהמות עשו תנועת גוף קלה, כאילו ניסו לתקן את מצב שכיבתן, בעוד האחרות נשארו במצבן הקודם. שלוש בהמות, אכן, הרימו את ראשיהן והחזיקום במצב נורמאלי. בהמה אחת ניסתה לקום ועם עזרה מסוימת נשארה עומדת מתנדנדת. בשעת הביקורת על החתך הוברר שעורק אחד נשאר שלם. בלחיצה על העורק היא נפלה מיד. עורק שלם נמצא גם בבהמה שניה. באחרות לא הצלחנו לבדוק את המצב לאשורו, בחלקו נגרם הדבר ע"י הלחץ להמשך העבודה בבית המטבחים.

התמונה הבאה נראתה בשלוש מתוך ארבע הבהמות שישרו את ראשיהן: אחת נשארה עם הראש מורם, אך גם רגל אחת קדמית נשארה באוויר. האחרות עשו תנודות שונות בראשיהן.

היתר, ממאה וחמישים הבהמות, נשארו שקטות לתקופת הרגיעה. אח"כ הניעו את גופן וראשיהן עד לסיום תקופת התכווציות.

תקופת ההתכווציות

לאחר תקופת הרגיעה נכנסת הבהמה לשלב בו יש התכווציות רבות וחזקות. היו חוקרים שנסו לראות בהתכווציות אלו פעולות רצוניות (בלאופוס Blaufuss, 1927). הסתכלות מדויקת מראה, שההתכווציות אינן מווסתות כראוי ובוודאי אין לראות בהן תגובה על גירוי חיצוני כלשהו, או ניסיונות קימה. אגב, רואים תגובות כאלה גם לאחר כריתה שלמה של הראש.

גרויי המרכזים המוטוריים במוח אינה אפשרית מיד אחרי השחיטה (גוגנהיים Guggenheim, 1921; ליבען Lieben, 1926; הוק Hock, 1927). ההתכווציות הן כנראה תוצאה מחוסר חמצן במרכזי חוט השדרה. מכיוון שבהמה, שהוסר ממנה הראש לגמרי, מגיבה באופן דומה, לא תוכל התגובה להיות תגובה מוחית. בספרות מתייחסים לתקופה זו כתקופה של ההתכווציות הלא מווסתות (לוי Levy, 1927).

יש חוקרים שמצאו שבהמות קמו לאחר השחיטה (הופמן Hoffmann, 1900; קליין Klein, 1913, 1927; לאוקס ובטלר Laux and Butler, 1935). יש שלוש אפשרויות לתופעות מעין אלה:

1. לא כל ארבעת צינורות הדם (העורקים והוורידים) נחתכו לגמרי, דבר שיכול לגרום לעצירה (חלקית) של יציאת הדם, או לפחות להאטה.
2. סגירה פתאומית של צינור דם, שנכנס למשל לתוך הבשר ונסתם (בלדוין Baldwin, 1971).
3. חתוך בלתי מושלם שנעשה ע"י אדם שלא אומן כל צרכו.

הראינו למעלה שאי חיתוך מוחלט של צינורות הדם יכול להביא בעקבותיו האטה במוות הבהמה. הופמן (Hoffmann, 1900) תאר שני מקרים, בהם בהמה קמה על רגליה אחרי השחיטה. באחד מהם הוא עצמו מעיד, שיציאת הדם הייתה איטית מהמקובל. האפשרות השנייה דלעיל נדירה ביותר. האפשרות השלישית היא סבירה,

בעיקר בניסיונות, בהם החוקרים נעזרים במעין שחיטה, אך לא בזו המבוצעת ע"י שוחט.

דיוקס (Dukes, 1958) מתאר את התנועה הראשונה, אחרי הרגיעה, כתנועת רגל, אחריה באות התכווצויות שונות, המסתיימות במוות מלא של הבהמה.

טבלא ד': אורך תקופת ההתכווצויות
(לוינגר Levinger, 1961)

הערות	משך ההתכווצויות בדקות	התחלה אחרי השחיטה בשניות	בהמה מספר
	2.5	15	1
	3.0	25	2
תנועת זנב למשך דקה	3.0	17	3
	4.0	30	4
	3.0	35	5
התחלה בצוואר	5.0	30	6
	6.0	60	7
	6.0	20	8
	5.0	16	9
	4.5	35	10
	4.2 ± 1.3	28.5 ± 13.5	ממוצע

התנהגות ההחזרים (רפלקסים)

לקביעת פעילות ההחזרים נבחר החזר הקרנית - הקורניאל רפלקס. ברגע שנוגעים בעין נסגרים העפעפיים. החזר זה נבחר כי קל לגרותו אפילו תוך כדי העבודה בבית המטבחים. יתרון שני של החזר זה, כי מרכזו נמצא במוח והוא יכול לתת תמונה על הנעשה במוח. יתרון שלישי של החזר זה, שהוא נשאר פעיל גם בהרדמה (רפואית) ולכן אפשר בקלות להשתמש בו כאינדיקטור.

תוצאות הניסויים במעלי הגירה השונים נתונים בטבלאות ה' - ו'.

ההחזר נבדק בבקר, בעזים ובכבשים. בבקר ובעזים, חזרנו על הגירו כל שנייה, התוצאות פחות מדויקות. לכן נסינו לבדוק בדיוק כעבור 10 שניות בכבשים. רק בכבש אחד, מתוך עשרה, ניתן היה להפעיל את ההחזר כעבור 10 השניות. (השפעת השחיטה על רפלקסים אחרים ראה בפרק י"א).

טבלא ה': זמן העלמות החזר הקרנית אחרי השחיטה בבקר
(לוינגר Levinger, 1961)

משך הזמן עד העלמות הרפלקס	הסתכלות מספר
20	1
70	2
20	3
60	4
90	5
23	6
25	7
15	8
30	9
35	10
38.8 (± 25.5)	ממוצע

טבלא ו': זמן העלמות החזר הקרנית אחרי השחיטה בעזים
(לוינגר Levinger, 1961)

העלמות הרפלקס בשניות	הסתכלות מספר
4	1
5	2
3	3
4	4
מיד	5
4	6
4	7
מיד	8
?	9
7	10
3.4 (± 2.2)	ממוצע

מסקנות

אם השחיטה מבוצעת כפי שהיא צריכה להתבצע, רואים מיד תקופת רגיעה, אשר במהלכה, אין כל תנועות התגוננות או ניסיונות קימה. במשך תקופה זו נעלמים בהדרגה ההחזרים. כעבור זמן מסויים מתחילה נשימה איטית ועמוקה. בזמן זה מתחילה תקופת ההתכווצויות החזקות שאינן מוסתות. יש להניח שהן מאורגנות ע"י מרכזים נמוכים שבעמוד השדרה.

פרק ז' אספקת דם למוח

בשעת השחיטה נחתכים כל חלקי הצוואר הרכים, כולל העורקים הקרוטידיים - עורקי הצוואר - והוורידים היוגולריים - ווריד הצוואר - בעוד צינורות הדם - העורקים והוורידים - הנמשכים בתוך החוליות נשארים שלמים. (גרמס Grams, 1931; רוטשילד Rothschild, 1955; לוינגר Levinger, 1961). בכדי לדעת האם המוח מסוגל לתפקד אחרי חיתוך צינורות הדם האמורים, עלינו ללמוד את סדרי אספקת הדם אל המוח.

בכל היונקים ההזנה העורקית של המוח הולכת דרך אבי העורקים היוצא מחדר הלב השמאלי. הדם הווריד נאסף מרקמות הגוף דרך הווריד הנבוב התחתון והעליון, המחזירות את הדם אל העלייה הימנית של הלב. הדם שנאסף בעליה הימנית (עם ריכוז חמצן נמוך) ועובר דרך חדר הלב הימני לעורק הריאה. בריאה נעשה טיהור הדם והעשרתו בחמצן והוא חוזר דרך ווריד הריאה לעליה השמאלית של הלב. מהעלייה השמאלית של הלב נדחף הדם דרך החדר השמאלי לאבי העורקים וחוזר חלילה.

בהתאם לכך, אספקת הדם העורקי למוח נעשית דרך אבי העורקים, והחזרת הדם הווריד מהמוח נעשה באמצעות הווריד הנבוב העליון.

אבי העורקים עוזב את חדר הלב השמאלי בצדו העליון של הלב. כוון אבי העורקים הוא בכוון לראש ובכוון למעלה. חלק זה נקרא בשם אבי העורקים העולה. מיד עם עזיבתו את הלב הוא נותן סעיפים ללב עצמו, הנקראים עורקים כליליים, המספקים דם לשריר הלב. העורק הבא העוזב את אבי העורקים במעלי גירה הוא הצינור המשותף המספק דם לרגלים הקדמיות ולראש (דוברשטיין Dobberstein וקוך Koch, 1958). ברוב בעלי החיים האחרים הצינורות הללו עוזבים בנפרד את אבי העורקים, ולכן אין צינור משותף טיפוסי כלל.

מיד לאחר יציאת עורק משותף זה, עולה אבי העורקים ועושה סבוב כלפי זנב הבהמה ונקרא מכאן ואילך אבי העורקים היורד. צינור זה נותן סעיפים לשרירי החזה, לאברי החזה וממשיך דרכו דרך הסרעפת, לחלק האחורי של הבהמה.

אספקת הדם למוח נעשית, לפי זה, רק מסעיפים של העורק המשותף לראש ולרגליים (Brachiocephalic trunk).

כפי שנאמר, עוזב עורק הראש והרגליים את אבי העורקים סמוך לקשת אבי העורקים. כעשרה עד חמשה עשר ס"מ בהמשכו עוזב את הצינור המשותף - צינור המספק דם לזרוע ולצוואר. מצינור זה יוצאים צינורות לצוואר ולצלעות, לעומק שרירי הצוואר, לעורק החולייתי, לעורק החזה הפנימי ועוד. תמונה זו דומה בשני צדי הגוף מימין ומשמאל.

המשך העורק הימני נמשך לכוון הראש ונקרא עורק הצוואר והראש המשותף ומתחלק לשני חלקים, ימני ושמאלי, שכל אחד מהם הוא עורק קרוטידי (עורק הצוואר) שמתחלק שוב לחלקיו (אלנברגר Ellenberger ובאום Baum, 1943).

למרות שהיציאות מהעורקים, הימני והשמאלי, אינם סימטריים לגמרי ואינם יוצאים באותו המקום, ישנה מגמה סימטרית ביציאת העורקים.

עורק הצלעות והצוואר מספק דם לקנה הנשימה, לקרום הפנימי של בית החזה ולשרירים שבין הצלעות (אלנברגר Ellenberger ובאום Baum, 1943; דוברשטיין Doberstein וקוך Koch, 1958).

עורק הצוואר העמוק מספק דם עורקי לשרירי הצוואר (דוברשטיין Doberstein וקוך Koch, 1958).

העורק החולייתי נותן סעיף לרוחב הצוואר (דוברשטיין Doberstein וקוך Koch, 1958). העורק עצמו נכנס לחוליות וממשיך בכוון לראש, כשיוצאים ממנו סעיפים המספקים את שרירי הצוואר. בסוף העורק הוא מתאחד עם עורק העורף. סעיפים פחות או יותר מפותחים מספקים דם ישירות למוח. בקווים כלליים תואר הדבר בצורה שווה כמעט ע"י כל החוקרים שעסקו בנושא (שמידט Schmidt, 1910; ליבען Lieben, 1925; צדענוב Zhedenov, 1938; אנדרסון Anderson, וג'בעל Jewel, 1956; העעשען Heeschen, 1958; שווארץ Schwarz, 1959; בלדוין Baldwin, 1963). נחזור לנקודה זו בהמשך הדין.

עורק החזה הפנימי מספק את שרירי בית החזה, את הסרעפת ואת אברי חלל החזה. העורק האומו-צרביקאלי מספק דם לשרירי החזה הקדמיים וכן לשרירי חגורת הזרוע.

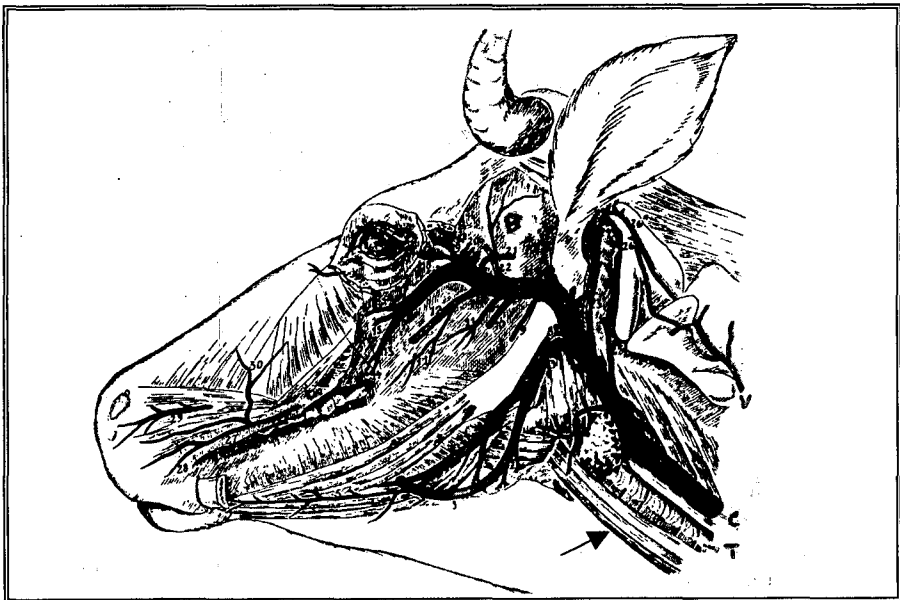
עורק החזה החיצוני מסתובב בכוון אחורה ומגיע לאיזורי החזה התחתונים והאחוריים, ומגיע עד לעטין ונקרא גם בשם עורק העטין החיצוני (אלנברגר Ellenberger ובאום Baum, 1943).

עורק הזרוע הולך לכל חלקי הזרוע והרגל הקדמיים.

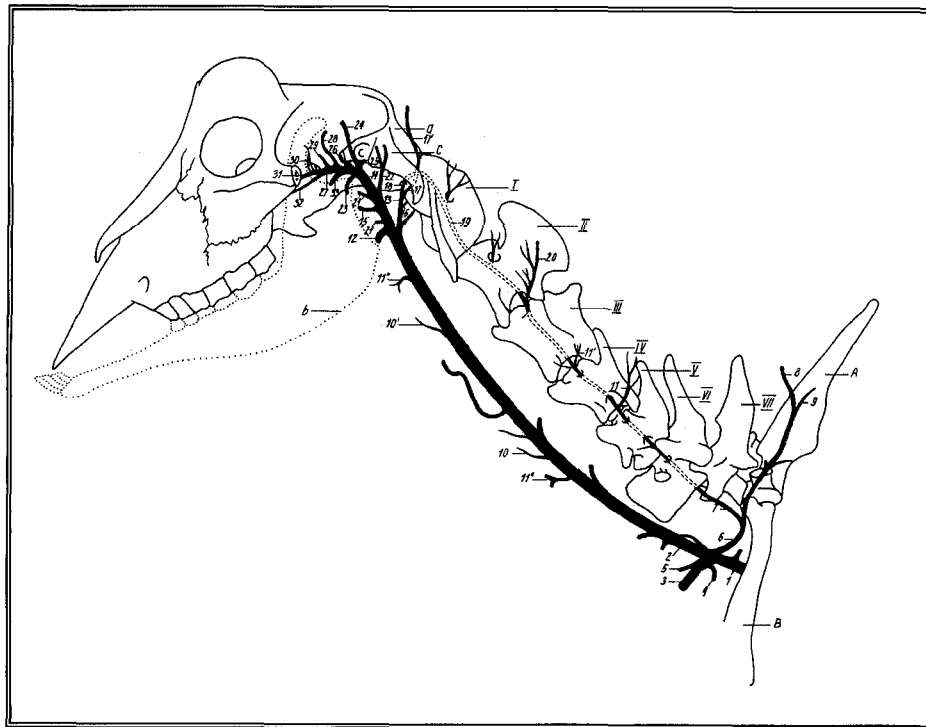
עורק הצוואר - הראש המשותף הולך לאורך הצוואר ומספק דם לשרירי הצוואר והראש. בסעיפי עורק זה נדון להלן.

מתוך התיאור האמור, אנו רואים ששני עורקים מספקים דם לראש ולמוח: עורק הצוואר דרך עורק הראש והעורק החולייתי. בשחיטה עורק הצוואר נחתך, אבל העורק החולייתי נשאר שלם.

מעניין עתה, איפוא, ללמוד את מהלך העורקים הללו, בכדי שנוכל לדעת, איזה חלק מהדם למוח מספק כל אחד מהם.



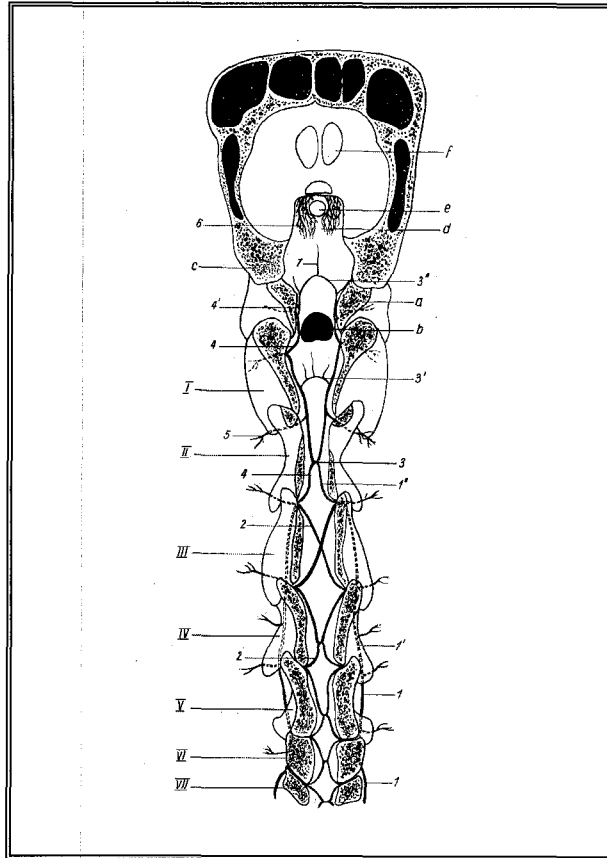
תמונה ט"ו: צינורות הדם המספקים דם לראש ולמוח.
(מעובד לפי דוברשטיין Doberstein וקוך Koch, 1958)
C. עורק הדם הראשי והסתעפויותיו T. קנה הנשימה
B. מקום המוח. חץ מראה את מקום השחיטה



תמונה ט"ז: תאור חצי סכימתי של מהלך צינורות הדם למוח בעז.
(לוינגר Levinger, 1961; שפורי Spoerri, 1965)

1. End of the brachiocephalic trunk. 2. common carotid a. 3. left subclavian a. 4. internal thoracic a. 5. omocervical a. 6. central branch for: 7. vertebral a. 8. profound cervical and 9. transversar a. of the neck, 10-10. branches for trachea and oesohagus, 11-11 muscle branches of the common carotid a. 12. lingual a. 13. occipital a., 14. external carotid a., 15. masseteric a. 16. medial meningeal a. 17-17 caudal meningeal a. 18. Condylar a. 19. medial part of the vertebral a. which anastomoses with the condylar a. 20. Lateral part of the vertebral a. 21-21. rami parotidici, 22. auricular a. 23. alveolar mandibular a. 24. superficial temporal a. 25. Nasal auricular a. 26. Proximal branch to the rete, 27. internal maxillary a. 28. deep temporal a. 29. external ophthalmic a. 30. distal branches to the rete, 31. dorsal branch of the internal maxillary a. 32. ventral branch of the internal maxillary a. 33. buccinatorial a. a. condylus occipitalis, b. outlines of the removed mandibula, c. jugular processus, I-VII. Cervical vertebrae, A. first thoracic vertebra, B. first rib.

1. סוף הצינור המספק ראש וזרוע. 2. עורק הצוואר והראש המשותף. 3-5. סעיפים לזרוע ולחזה. 6-7. העורק החולייתי. 8-12. סעיפים לצדדים ולשרירים. 13. עורק העורף. 14. עורק הראש החיצוני. 15. סעיף לשריר הלעיסה. 16-17. סעיפים לקרומי המוח. 18. חלק מעורק העורף הנכנס לתעלת המצח ומתאחד שם עם 19. החלק הפנימי של העורק החולייתי. 20. החלק החיצוני של העורק החולייתי. 21-25. סעיפים לאברים ושרירים באזור הראש. 26. סעיפים אל המוח. 27. עורק הלסת (העליונה) הפנימי. 28-29. סעיפים לשרירים. 30. סעיפים אל המוח. 31. ואילך. סעיפים לשרירים וכו'. a. בליטת הראש שבתוכה התעלה שמתאחדים צינורות הדם. b-c. חלקים שמסמנים את מקומות העצמות בראש. I-VII. חוליות הצוואר. A. חולית חזה ראשונה. B. צלע ראשונה.



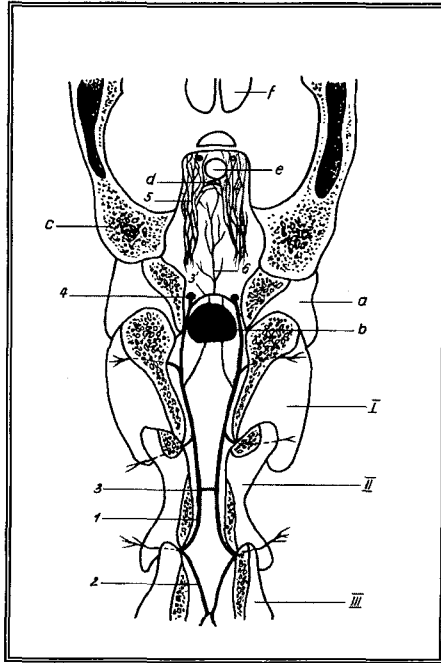
תמונה ז': תיאור חצי סכימתי של מהלך צינורות
הדם למוח בעז, הסתכלות מלמעלה.
(לוינגר ,Levinger, 1961; שפורי Spoerri, 1965)

1. Vertebral a. its ramus medialis after entering the vertebral canal, 2. Communicating branches to the rami spinales of the vertebral aa.teries 3-3. Anastomoses between the branches of the vertebral a. 4. Medial branch of the vertebral arteries. 4. Anastomoses with the condylic a. 5. Muscle branches of the lateral part of the vertebral a. 6. Epidural rete, 7. Small communication branch to the epidural rete (here not injected through its length). 1-VII. Cervical vertebral, a. occipital bone, b. atlanto - occipital foramen, c. temporal bone, d. hypophyseal fossa, e. hypophysis, f. ethmoidal fossa.

1. העורק החולייתי. 2-3. סעיפים מחברים צד ימין מצד שמאל בעורק החולייתי. 4. החלק הפנימי של העורק החולייתי. 5. החלק החיצוני של העורק החולייתי - יוצא לשרירים. 6. רשת הפלאים שבבסיס המוח. 7. סעיף היוצא אולי (לא נראה) מהעורק החולייתי לרשת הפלאים שבבסיס המוח. I - VII. חוליות.

עורק הצוואר והראש המשותף
(Common Carotid Artery)
 (אלנברגר Ellenberger ובאום Baum, 1943)

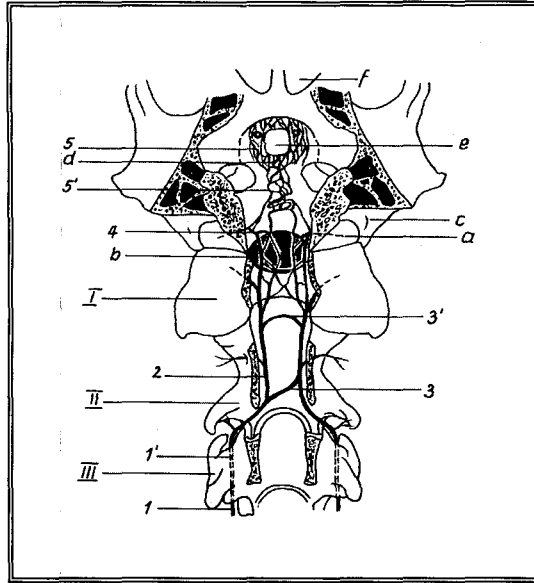
עורק הצוואר והראש המשותף מתחלק לשני חלקים ונותן את שני עורקי הצוואר, שבסופם נעשה עורק הראש. הללו הולכים לאורך הצוואר מעל ומצדי קנה הנשימה. כל אחד מצינורות הדם הללו, מוסר בדרכו מספר סעיפים ההולכים אל השרירים מחד ואל הקנה והוושט מאידך. כך מהלך צינור הדם הראשי לראש עד לאזור הראש.



תמונה י"ח: תיאור חצי סכימתי של מהלך צינורות הדם למוח בכבש, הסתכלות מלמעלה.
 (לוינגר Levinger, 1961; שפורי Spoerri, 1965)

Ramus medialis of the vertebral a. (after its entrance into the vertebral canal), 2. anastomose between the rami mediales of both sides, 3. anastomose between the rami mediales at the level of the epistropheus, 4. condylic a. after leaving the hypoglosseal canal, 5. epidural rete, 6. communication between the vertebral a. and the epidural rete, I-II. cervical vertebral, a. occipital bone, b. atlanto occipital foramen, c. temporal bone, d. hypophyseal fossa, e. hypophysis, f. ethmoidal fossa.

1. העורק החולייתי. 2-3. קשרים בין ימין ושמאל. 4. המשך החלק הפנימי של העורק החולייתי בכניסתו לתעלת הפרק של הראש במקום שמתאחד עם עורק העורף. 5. רשת הפלאים שבבסיס המוח.
6. סעיפים קטנים המספקים ישירות דם מהעורק החולייתי לרשת הפלאים שבבסיס המוח. I - III. חוליות הצוואר.



תמונה י"ט: תיאור חצי סכימתי של מהלך צינורות הדם למוח בבקר. הסתכלות מלמעלה.
(לוינגר Levinger, 1961; שפורי Sporri, 1965)

1. vertebral a., 1'. in the transversar canal, 2. ramus medialis of the vertebral a. 3. anastomoses between the rami of both sides, 4. anastomosis between the ramus medialis of the vertebral a. and the condylic a. 5. epidural rete, 5'. posterior part of the rete, which communicates with the vertebral and condylic arteries, I-III. cervical vertebrae, a. occipital condylus, b. atlanto-occipital foramen, c. occipital bone, d. hypophyseal fossa, e. hypophysis, f. eyhmoidal fossa.

1. העורק החולייתי. 2. החלק בחוליה 1. 3. איחודם של ימין ושמאל. 4. כניסה לתעלה. 5. רשת הפלאים בבסיס המוח. 6. סעיפים ישירים מהעורק החולייתי לרשת הפלאים שבבסיס המוח. I - III. חוליות הצוואר.

בסביבת הראש, הוא נקרא עורק הראש, ובסופו הוא מתפצל לשלושה חלקים (דוברשטיין Doberstein וקוך Koch, 1958; דיוקס Dukes, 1958): עורק הראש הפנימי, שהיה צריך להיות במקום זה, שהוא העורק הראשי לאספקת הדם למוח ברוב היונקים, מתנוון עוד לפני הלידה (או סמוך אחריה) בכל מעלי הגירה (העעשען Heesehen, 1958). למרות שצעדענוב (Zhedenov, 1938) מצא את הצינור פועל בבעל חיים בן שנה, מסכימים רוב החוקרים שלא הצליחו למצוא את צינור הדם הזה פעיל באף אחד ממעלי הגירה שנחקרו (קאנובה Canova, 1901; דיוקס Dukes, 1958; לוינגר Levinger, 1961).

עורק העורף (Occipital Artery)

עורק העורף הוא אחד משלש השלוחות אליהן מסתעף עורק הראש באזור הראש. בדרך כלל, הוא מסתעף תחילה, וההמשך מתחלק לשני העורקים האחרים. במקום שצינור זה יוצא יש לראות מעין חוט, שהוא השריד של העורק הפנימי, שתיארנו זה עתה כמתנוון בשעת הלידה בערך.

בבקר, עורק העורף הוא חלש יחסית, לעומת שאר בעלי החיים (דיוקס Dukes, 1958). קבוצת השרירים שעורק זה מספק בסוס, למשל, מקבלים את הדם במעלי הגירה מהסעיף החיצוני של העורק החולייתי.

עורק העורף נותן במהלכו מספר סעיפים, ששניים מהם מגיעים עד לקרומי המוח, אבל אינם מספקים דם למוח.

הצינור עצמו ממשיך ונכנס לתעלת העצב האחורי (במפרק הצוואר) ונקרא צינור התעלה (Condylar artery), נותן שוב סעיפים קטנים לקרומי המוח, ומתאחד בתעלה עם הסעיף הפנימי של העורק החולייתי.

לפי העעשען (Heeschen, 1952) עורק העורף הוא צינור חזק יותר בכבש, מאשר בבקר, ונותן יותר סעיפים לשרירים. עכ"פ בשני המקרים, הסעיף החשוב הוא זה המתאחד עם העורק החולייתי.

בעזים, לפי שווארץ (Schwarz, 1959), עורק העורף מתחלק בסופו לשני חלקים כמעט שווים, האחד נכנס לקרומי המוח והשני לתעלה, כדלעיל.

המשך המהלך של הצינור המשותף. יידון בהקשר עם העורק החולייתי.

עורק הלסת (העליונה) החיצוני

עורק זה היוצא מעורק הראש בסופו, מספק דם ללסת העליונה ולשריריה.

עורק הראש החיצוני

החלק העיקרי והחשוב, של עורק הראש, הוא עורק הראש החיצוני. הוא גם ספק הדם העיקרי אל המוח.

אחרי שצינור זה מסעף כמה סעיפים לשרירים ולאברים סמוכים, וכן שני סעיפים לקרומי המוח, הוא ממשיך ונקרא בשם עורק הלסת (העליונה) הפנימי.

עורק הלסת (העליונה) הפנימי

עורק זה מספק את מרבית הדם למוח, באמצעות סעיף אחד בתחילתו ובהמשכו עוד כשבעה סעיפים, שכולם זורמים בכוון רשת הפלאים שבסיס המוח ושופכים את דמם לרשת הפלאים הזו. הסעיף הראשון הוא חזק ועובר דרך החור הסגלגל לתוך קדרת המוח. הסעיפים האחרים הם קטנים ועוברים קדימה יותר לתוך קדרת המוח (דרך החור שנקרא אורביטו-רוטונדום, כדלקמן).

החלוקה הזו חשובה, מכיוון שגם אם ייסתם אחד מהם, לא תהיה הפרעה בזרימה אל המוח. מספר הסעיפים אינו שווה. שמידט (Schmidt, 1910) וכן מרטין (Martin) ושאוודר (Schauder, 1932) מדברים על 2 - 8 סעיפים בבקר. אין מספרים מדויקים לנעשה בכבשים ובעזים. הסעיפים השונים מתאחדים ונקשרים יחד ועוברים דרך חור האורביטו-רוטונדום, ישר לרשת הפלאים שבבסיס המוח.

העורק החולייתי (תאור בעיקר לפי אלנברגר Ellenberger, ובאום Baum, 1943; לוינגר Levinger, 1961)

העורק החולייתי יוצא מהצינור הראשי המספק את הראש והזרוע (Brachio cephalic trunk) או בפני עצמו או עם עורקי צוואר אחרים (דיוקס Dukes, 1958).

העורק החולייתי עצמו נמשך לאורך החוליות עד חולית הצוואר השישית. כאן הוא נכנס דרך החור הצדדי לתוך החוליה וממשיך בצד הפנימי של החוליה לכוון הראש, עד לחולית הצוואר השנייה בערך. במהלכו הוא שולח סעיפים גדולים, דרך החוליות לשרירים, וסעיפים קטנים יותר, המתאחדים עם אלו הבאים מהצד השני. בצורה זו נעשה קישור צינורות דם הנראה כסולם חבלים. תפקידם הוא כנראה לאזן את הלחץ בין שני הצדדים. בקצה האחורי של חולית הצוואר השנייה, לעתים כבר בשלישית, העורק החולייתי מתחלק לשני חלקים, חלק מרכזי וחלק חיצוני. החלק החיצוני (Ramus lateralis) מתחלק ומסתעף בשרירים השונים. סעיף קטן ממנו מתאחד מחוץ לחוליות עם עורק העורף.

החלק הפנימי (Ramus medialis) נמשך לאורך עמוד השדרה מצדו הפנימי, ומתאחד שוב לסירוגין עם זה הבא מהצד השני, וממשיך בכוון לראש ויוצא דרך תעלת העצב האחורי של המוח ומתאחד עם עורק העורף.

לפי מרטין (Martin) ושאוודר (Schauder, 1938) העצב החולייתי שולח סעיף אחד לפני כניסתו לתעלה וכמה סעיפים אחרי כניסתו לתעלה ישירות לרשת הפלאים שבסיס המוח.

איחוד העורק החולייתי עם סעיף הבא מעורק הראש (עורק העורף) אופייני לכל מעלי הגירה, ואושר ע"י כל החוקרים שעסקו באספקת הדם למוח במעלי הגירה (שמידט Schmidt, 1910; מרטין Martin; ושאודר Schauder, 1938; אלנברגר Ellenberger ובאום Baum, 1943; אנדרסון Anderson וג'אבעל Jewell, 1958; דיוקס Duhes, 1958; העעשען Heesehen, 1958; שוארץ Schwarz, 1958; לוינגר Levinger, 1961; בלדוין Baldwin ובל Bell, 1963). לעומת זאת, קאנובה (Canova, 1909) אינו מזכירו.

קשר הצינור המאחד את העורק החולייתי עם עורק העורף אל רשת הפלאים שבבסיס המוח

אחת הבעיות החשובות הקשורה בשחיטה היא: האם העורק החולייתי מסוגל לספק את צריכת הדם העורקי של המוח אחרי השחיטה?

הקשר הישיר של העורק החולייתי אל רשת הפלאים שבבסיס המוח היא שונה בהתאם לסוג מעלי הגירה (לוינגר Levinger, 1961; בלדוין Baldwin ובל Bell, 1963).

אספקת הדם העיקרית היא כאמור, דרך עורק הלסת (העליונה) הפנימי. האספקה משני הצדדים ושמירת הלחץ בין העורק החולייתי לעורק הראש, הם מנגנונים חיוניים לשמירת הלחץ בראש ולאספקת דם סדירה למוח.

אספקת הדם למוח עצמו

אספקת הדם העורקי למוח נעשית באמצעות רשת הפלאים שבבסיס המוח. כאן נראים הרבה צינורות דם, העומדים זה עם זה בקשר ומבטיחים שכל דם המגיע למוח יועבר הלאה. יש להניח שמנגנון זה מחליף בצורה משוכללת יותר את המעגל העורקי שבבסיס המוח, הנמצא אצל האדם, המקבל אף הוא את דמו משני הכוונים, ומווסת בצורה זו את הלחץ במוח.

מסקנות

אספקת הדם העורקי אל המוח באה מצינור היוצא מרשת הפלאים שבבסיס המוח. אספקת הדם העיקרית לרשת הפלאים נעשית ע"י עורק הלסת (העליונה) הפנימי. זה מקבל את דמו או מעורק הראש או מהעורק החולייתי דרך עורק העורף. כמויות דם עורקי קטנות מגיעות למוח גם באופן ישיר דרך העורק החולייתי.

פרק ח'

זרימת הדם למוח בשעת סגירת עורקי הראש ובשעת חתיכתם

בפרק הקודם ראינו שאספקת הדם במעלי הגירה באה בעיקר מעורק הלסת (העליונה) הפנימי. אותו עורק מקבל את דמו ישירות מעורק הראש, שהוא המשך עורק הצוואר, או בדרך עקיפה דרך עורק העורף מהעורק החולייתי.

השאלות המתעוררות עקב מסקנה זו הן:

- א. אם נקשור את עורקי הצוואר, האם תספיק אספקת הדם המגיעה דרך העורק החולייתי לספק את כל צריכת המוח?
- ב. אם נקשור גם את עורקי הצוואר וגם את עורקי העורף, האם יגיע מספיק דם בדרך הישירה מהעורק החולייתי?
- ג. האם יגיע דם למוח גם אחרי פתיחת עורקי הראש?

השפעת קשירת עורקי הצוואר על ההתנהגות ועל שווי המשקל במעלי הגירה

במשך מאה השנים האחרונות, ניסו חוקרים לבדוק את השפעת קשירת עורקי הצוואר על אספקת הדם למוח. הניסיון הראשון שמצאנו תואר ע"י קופר (Cooper) בשנת 1886.

הופמן (Hoffmann, 1900) ובאום (Baum, 1929) וכן אחרים (כמו קליין Klein, 1925) טוענים שהעורק החולייתי מספק מספיק דם לצורכי פעילות סדירה של המוח.

ידוע שלחץ על עורקי הצוואר אצל האדם גורם לאיבוד ההכרה (רוסען Roosen וחבריו, 1943). בהתאם לתיאור שלהם, מופיע ניסטגמוס (תנועה בלתי מבוקרת של העין ימינה ושמאלה) כעבור 6-5 שניות ואיבוד מלא של ההכרה כעבור 7-8 שניות. התופעות שנרשמו ע"י לוינגר (Levinger, 1963) בבהמות מובאות בטבלא ז'.

טבלא ז': התנהגות הבהמה לאחר קשירת עורקי הצוואר
(לוינגר, Levinger, 1961)

ניסיון ראשון

זמן			
שעה	דקות	שניות	
15	56	55	סגירת קרוטיס שמאלית
15	57	40	סגירת קרוטיס ימנית
15	58	30	קצת טשטוש, קצת חוסר ש. משקל, הפרשת שתן
15	59	30	הפרשת צואה הפרעות שווי משקל והתחלת החלמה
16	00	25	שחרור קרוטיס שמאלית
16	00	35	שחרור קרוטיס ימנית

החלמה עד שהיא התחילה לאכול.

ניסיון שני

זמן			
שעה	דקות	שניות	
16	03	00	סגירת קרוטיס ימנית
16	03	15	סגירת קרוטיס שמאלית
16	03	45	קצת טשטוש, הפרשת צואה
16	04	30	נדנוד, הליכה לא בטוחה
16	04	35	הפרשת שתן, שווי משקל נורמאלי
16	05	55	שחרור קרוטיס ימנית
16	07	00	שחרור קרוטיס שמאלית

החלמה מוחלטת לאחר הנסיון.

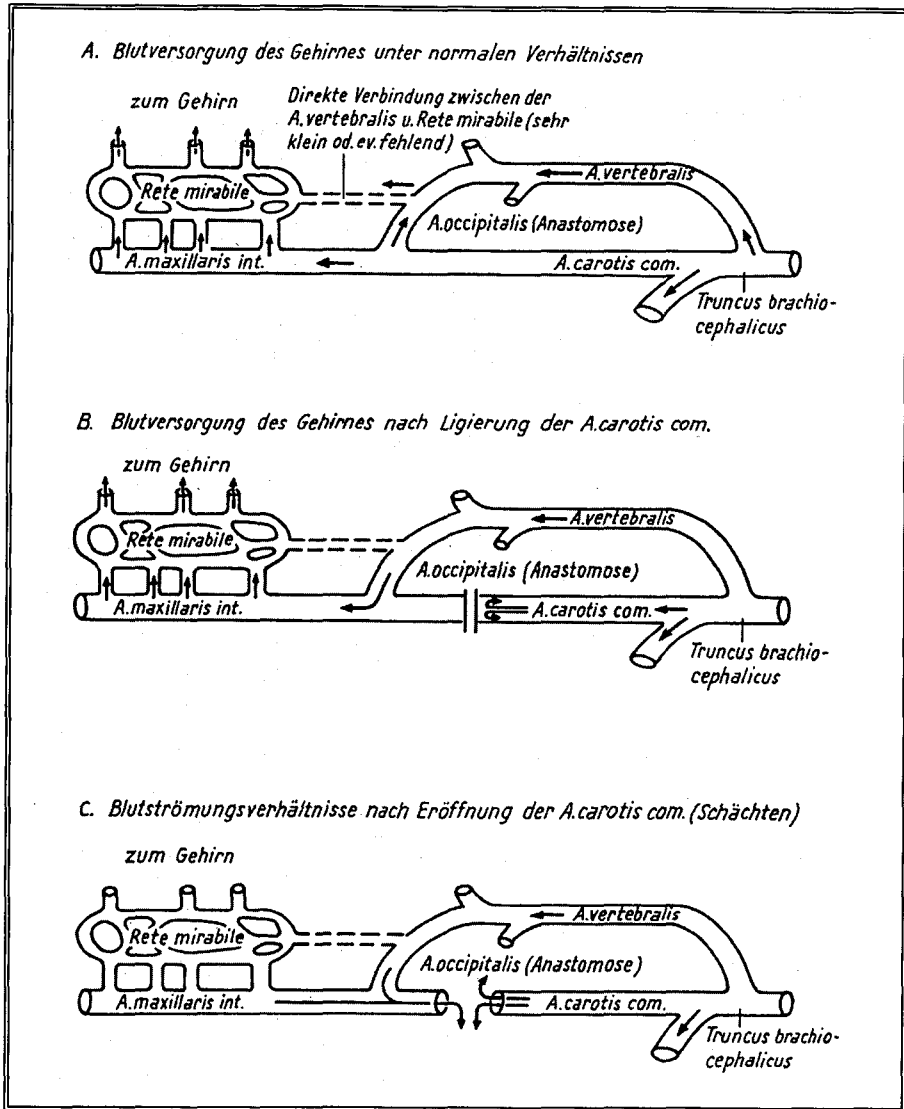
בניסיון זהה קשר דיוקס (Dukes, 1958) עורקים של חמשה כבשים וארבעה עגלים וחזר על הניסיון מספר פעמים בכל בהמה. תוצאות הניסויים שלו דומים לאלו שתוארו לעיל. הוא תאר את ההסתכלויות כדלקמן: הבהמה התרגלה יותר בכל ניסוי חוזר והגיבה פחות על חוסר הדם. רק בהמה אחת נפלה לארץ כתוצאה מאבוד שווי המשקל ואבדה את ההכרה, אך גם זה קרה רק בפעם הראשונה. בכל הבהמות האחרות נראו רק שנויים קטנים בשווי המשקל וברוב המקרים לא היה אפשר להבחין בשום דבר לא נורמאלי. חוקרים אחרים מדווחים באופן דומה. ניתן להסיק מכאן שהבהמה מסוגלת לקבל מספיק דם ולהתרגל למצב החדש.

הדבר ניתן להבין באחת משתי הדרכים הבאות: הבהמה התרגלה למצב החדש וקבלה את הדם דרך עורק הקיפי או שהמוח התרגל לעבוד עם כמות קטנה יותר של דם. מכיוון שרוב אספקת הדם מגיעה מעורק הראש בעקיפין, מוכרח להיות מנגנון שיוסות את אספקת הדם למוח. מנגנון זה יוכל להיות דרך העורק החולייתי ועורק העורף, שיביאו את הדם אל עורק הלסת (העליונה) הפנימי. מנגנון כזה יוכל להיות כמובא בתמונה כ'.

השפעת סגירת שתי הקבוצות, עורקי הצוואר ועורקי העורף, על התנהגות הבהמה ועל שווי המשקל במעלי הגירה

כעשר שניות אחרי סגירת העורקים הבהמה נופלת ארצה ואינה מחלימה עד לפתיחת העורקים. משך ההתאוששות עומד ביחס ישר למשך הסגירה. בטבלא ח' מובאים יחסי הזמן בין סגירת העורקים לבין ההתאוששות בעז' (לוינגר Levinger, 1961). יש להניח שאם הסגירה תמשך עוד יותר זמן הבהמה תמות.

הזמן שנמשך עד להחלמת הבהמה, נמדד ברגע שהבהמה קמה על רגליה. בטבלא ח' ישנה סטייה, אם כי הקו המנחה נראה ברור. סטייה זו ניתן להסביר שאולי הבהמה לא קפצה מיד על רגליה כשיכלה לעשות זאת ונשארה רובצת. דיוקס (Dukes, 1958) עשה ניסיון דומה וכותב: ההחלמה הייתה יחסית מהירה ומוחלטת אחרי הסרת הסגירה של צינורות הדם.



תמונה כ': זרימת הדם דרך עורק הצוואר (העורק הראשי) ודרך העורק החולייתי בתנאים שונים (שפורי 1965, Spörri)

- A. מצב נורמאלי, שני הנתיבים למוח פתוחים
- B. בסגירת עורקי הצוואר, הזרימה אל עורק הראש דרך העורק החולייתי
- C. בשחיטה שני הזרמים בכוון לפצע

טבלא ח': יחס הזמן (בשניות) בין חסימת עורקי הצוואר ועורקי העורף, להחלמה אחרי פתיחת החסימה (לוינגר Levinger, 1961)

זמן ההחלמה	זמן הסגירה
35	10
35	15
80	25
119	41
78	42
195	70
140	80

תגובת בהמה עומדת על השחיטה

במספר ניסיונות נבדקה פעולת המוח לאחר השחיטה בבהמה עומדת חופשית. תוצאות הניסיונות של החוקרים השונים אינה אחידה.

הופמן (Hoffmann, 1900) מתאר שני מקרים:

פר בן 12 שנה. הוא נשכב על הרצפה 20 שניות אחרי השחיטה. 90 שניות אחרי השחיטה, הרים את ראשו למצב נורמאלי למשך 20 שניות נוספות.

פר בן 3 שנים. הוא נשאר עומד למשך 2.5 דקות. אח"כ נשכב והסתכל על הנעשה מסביב. יציאת הדם בבהמה זו היה איטי במיוחד.

קליין (Klein, 1925) מתאר תוצאות דומות לאלה של הופמן. הוא נסה את ניסיונותיו בבהמות עומדות ובבהמות שוכבות.

לוינגר (Levinger, 1961) נסה כדלקמן: בהרדמה שוחררו עורקי הראש משני הצדדים. ברגע מסוים נחתכו שניהם בבת אחת. התמונה היתה כדלקמן: הבהמה נשארה עומדת 8 שניות. כעבור 10 שניות היא נפלה ארצה. לא היו שום תגובות הגנה או סימני כאב אחרים. כשלושים שניות אחרי השחיטה נראו כמה נשימות עמוקות, מלוות בהתכווצויות שרירים חזקות, שנסתיימו סופית כעבור 3.5 דקות.

התוצאות האמורות עומדות בתיאום עם התוצאות שנתקבלו בסגירת עורקי הצוואר ועורקי העורף. לפיכך תהיה המסקנה,

שהמוח אינו מקבל מספיק דם הן בסגירת ארבעת העורקים והן בשעת חתיכתם של עורקי הצוואר. לכן הפעילות יורדת ומפסיקה (בייליס Bayliss, 1930).

צריך אולי להדגיש שתנאי השחיטה בבהמה עומדת אינם בהכרח התנאים של השחיטה בבהמה שוכבת (או הפוכה). בבהמה עומדת חופשית לוחץ משקל הראש על הפצע ומונע את יציאת הדם (לא כן, אם הראש מוחזק מיכאנית). אם יצא פחות דם, יישאר יותר דם במוח. כמו"כ לא יפול לחץ הדם כל כך מהר. דבר זה יאפשר את הזרימה ההיקפית דרך העורק החולייתי ועורק העורף למוח.

את התוצאות של ניסיונותיהם של הופמן וקליין אפשר להסביר כדלקמן:

לא נעשתה ביקורת האם באמת נחתכו שני העורקים (והוורידים) הראשיים. הופמן עצמו מעיד שיציאת הדם באחת הבהמות לא היתה כרגיל.

ייתכן שקצות הפצע נדבקו יחדיו ולא אפשרו את יציאת הדם כדבעי, מפני שהראש לחץ על הפצע. דבר זה אפשר ליותר דם להגיע למוח, ולכן אבוד ההכרה לא היה כל כך מהיר.

זרימת הדם בעורק הלסת (העליונה) הפנימי, בשעת קשירת עורקי הצוואר ובשעת השחיטה

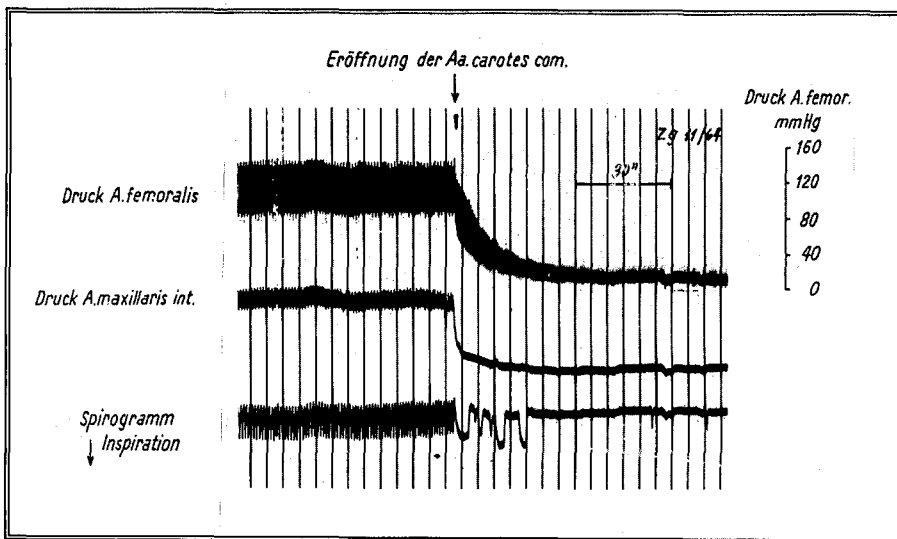
כפי שנאמר לעיל, בשעת קשירת עורקי הצוואר צריכה כמות הדם, המגיעה דרך העורק החולייתי לעורק הלסת (העליונה) הפנימי, לעלות. בשעת החיתוך של העורקים, לעומת זאת, כמות הדם בעורק זה יורדת ומפסיקה. דבר זה נבדק בשתי שיטות כדלקמן:

א. מנומטר הוכנס לתוך עורק הלסת (העליונה) הפנימי בשעת קשירת עורקי הצוואר ובשעת חיתוכם.

ב. טוש שחור הוזרק לעליה הימנית (דרך צינורית שהוכנסה מקודם) בשעה שגם עורקי הצוואר וגם עורקי העורף נקשרו.

בניסוי אחר הוכנס הצבע השחור לתוך העלייה הימנית חמש שניות לפני השחיטה. בניסוי נוסף הוזרק הדיו לעליה השמאלית מיד לפני השחיטה (מסיבות טכניות היה צריך לעשות את הניסוי האחרון בהרדמה), תוצאות הניסויים מובאות בתמונות כ"א - כ"ב.

הניסוי הראשון הראה, שירידת זרימת הדם בעורק הלסת (העליונה) הפנימי ירד כמעט לאפס תוך חמש שניות אחרי השחיטה (תמונה כ"ב). דיוקס (Dukes, 1958) הצליח לרשום זרימת דם בעורק החולייתי בעגלים. 27.5 שניות ובעזים למשך 20.9 שניות. יש להניח שדם זה יצא דרך הפצע של חתך השחיטה.

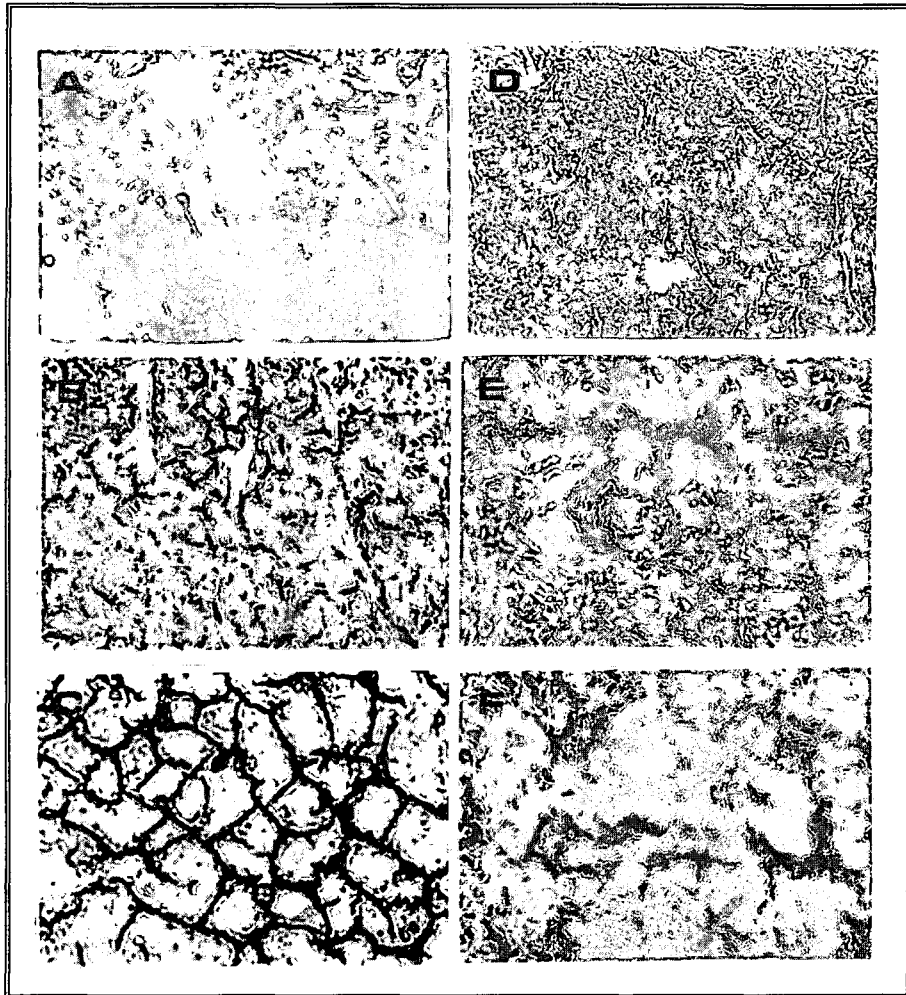


תמונה כ"א: השפעת חיתוך עורקי הצוואר על לחץ הדם בעורק הירך (רישום עליון), בעורק הלסת (העליונה) הפנימי (רישום אמצעי), ועל הנשימה (רישום תחתון) (שפורי Spoerri, 1965)
 שים לב: החץ מראה את זמן השחיטה.

באשר לשחיטה השניה: הזרקת הצבע אפשרה לבדוק האם, אחר קשירת שני העורקים, אכן מגיע דם אל המוח. הניסיונות הראו שכמות קטנה של דם הגיעה לרשת הפלאים שבבסיס המוח, מבלי לעבור דרך עורק הלסת (העליונה) הפנימי.

חמש שניות לפני פתיחת עורקי הראש הוזרק דיו לעליה הימנית. היה ניתן למצוא בבדיקה מיקרוסקופית דיו בצינורות הדם שבתחתית המוח. תוצאות דומות נמצאו כשהדיו הוזרק תוך כדי השחיטה לעליה השמאלית של הלב בחיה מורדמת.

בדיקה במיקרוסקופ הראתה שהדיו הגיע לכבד, לכליה ולאברים אחרים בכמות גדולה, בעוד שברקמת המוח נראו רק עקבות של הצבע ורק בקצה התחתון ובשוליים. ליבן (Lieben, 1930) נסה זאת בהזרקת פחם לעורק החולייתי מיד אחרי השחיטה, הוא לא מצא עקבות של הצבע במוח כלל. המסקנה היא, שיייתכן וכמות קטנה של דם יכולה להגיע למוח, היא לא מסוגלת לספק את הדם הנחוץ לתפעול סדיר של המוח.



תמונה כ"ב: חתכים קפואים מאברים שונים שנלקחו מהחיה שהוזרק בה דיו שחור לתוך העלייה השמאלית מיד לפני השחיטה. (ההגדלה פי 200)

A. שכבה עליונה של החלק התחתון של המוח B. טחול C. כבד
D. שכבה עליונה של המוח E. כליה F. ריאה

(שים לב שבחתכים B, C, E, ו F נראה הרבה צבע שחור בעוד שבחתך A נראה רק בקצה החתך, בעוד לא נראה צבע בשכבה הפנימית. בחתך D לא רואים בכלל צבע שחור).

(לוינגר, Levinger, 1976)

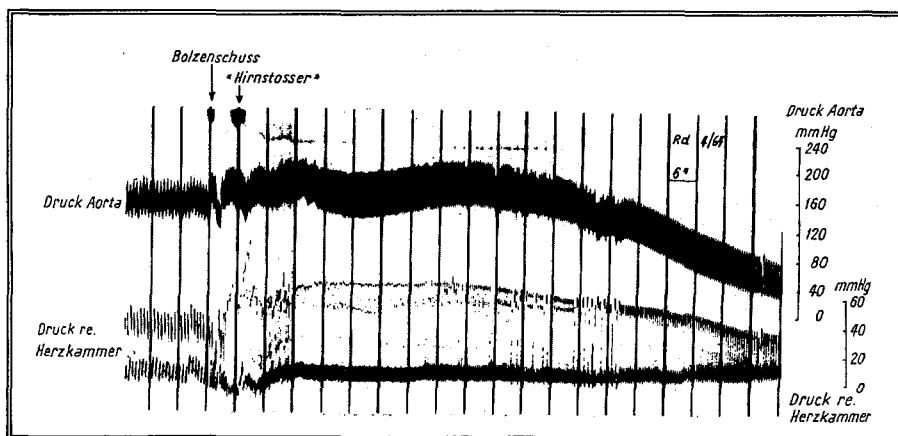
מסקנות

אספקת הדם צריכה לבוא דרך עורק הלסת (העליונה) הפנימי. אחרי קשירת עורקי הצוואר, מגיע דם דרך העורק החולייתי, המקושר לעורק העורף, לתוך עורק הלסת (העליונה) הפנימי. אם קושרים גם את עורק העורף, המוח אינו מקבל מספיק דם לתפקודו.

התנאים האמורים מתאימים לשעת קשירת העורקים. אם חותכים את העורקים, לחץ הדם נופל מיד וישנה רק זרימה מועטת דרך העורק החולייתי. חלק מהדם שיכול להגיע בדרך זו למוח, בוודאי אינו מספיק לפעולה סדירה של המוח.

מצב לחץ הדם אחרי ירייה למוח

בתמונה כ"ב-1 אנו מוצאים תרשים לחץ דם בפרה שנהרס המוח שלה ע"י ירייה ואחרי 6 שניות הוכנס צינור הורס חוט השדרה לתוך עמוד השדרה. במשך 60 (!) השניות הראשונות אין שום שנוי בלחץ הדם גם אחרי הריסת המוח, רק אחרי דקה מתחיל לחץ הדם לרדת.



תמונה כ"ב-1: לחץ הדם באבי העורקים של פרה אחרי ירייה ואחרי הריסת חוט השדרה.

חץ שמאלי: ירייה. חץ ימני: הריסת חוט השדרה.
 עקומה עליונה: לחץ דם באבי העורקים. התחתונה: לחץ הדם בחדר הימני של הלב.