

פרק א'

משחר האנושות עד
תחילת המאה העשרים

מכונות להטלת חצים ואבנים

כלי ירי קלים

כבר בעידנים הקדומים ביותר ניסו בני־האדם להאריך את טווח הפגיעה שלהם מעבר לאורך ידם ואף מעבר לטווח שידם מסוגלת לזרוק חפצים. הממצאים העתיקים ביותר, מלפני 20,000 עד 35,000 שנים, הם של מטילי חניתות פשוטים – מקלות שהאריכו את מסלול ההנפה של היד ועל־ידי כך העניקו לחנית תנופה מוגברת. העדויות העתיקות ביותר לשימוש בקשת הן מלפני 11,000 עד 13,000 שנים. כלי נשק נוסף היה הקלע, אשר באמצעותו הוטלו אבנים או קליעים שעוצבו במיוחד למטרה זו. הטווח היעיל של כלי הירי הקדומים הללו השתפר עם שכלולם במהלך העת העתיקה וימי־הביניים, אבל נשאר תלוי בחוזק שריריו של המפעיל ולא עלה על 200 עד 300 מטרים בדגמים האיכותיים ביותר. הטווח המרבי היה לכל היותר כפול מהטווח היעיל. טווחים אלה היו חריגים – הטווח היעיל והמרבי של רוב הקשתות והקשתים היה בערך חצי מזה. משום כך ניסו מהנדסים קדמונים לפתח מכונות המסוגלות לצבור את עוצמתם של כמה לוחמים יחד.

כלי ירי כבדים

האזכור המוקדם ביותר של מכונה המיועדת להטיל חימוש לעבר האויב הוא בספר דברי הימים בתנ"ך. עוזיהו, מלך יהודה באמצע המאה השמינית לפני־הספירה, חיזק את ביצורי העיר ירושלים והתקין "חשבונות מחשבת חושב להיות על המגדלים ועל הפינות, לירדא בחצים ובאבנים גדולות".¹ מה היו המכונות הללו איננו יודעים בדיוק. אין להם אזכור בשום מקור אחר בן התקופה וגם לא מתקופות מאוחרות יותר.¹

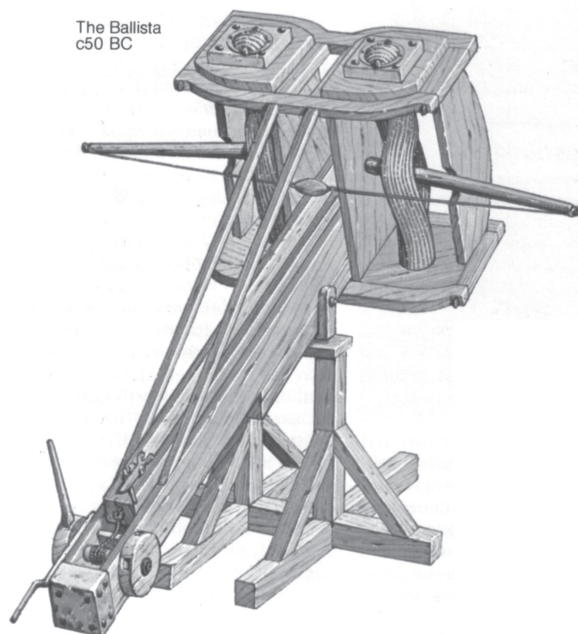
1 משום כך מתנהל ויכוח בין החוקרים באשר לעצם קיומן של מכונות כאלה. יש הטוענים שמדובר במכונות שהידע לייצורן אבד או שלא היו יעילות מספיק ולכן נזנחו, יש הטוענים שזוהי תוספת מאוחרת לכתוב ואחרים טוענים שהבנתנו את הפסוק שגויה ומדובר במבנים עליהם עמדו לוחמים שירו חצים מקשתות רגילות וזרקו אבנים בידיהם. לאיש מהמתדיינים אין יכולת לבסס את טיעונו על נתונים, כך שהויכוח אינו ניתן לסיכום.

העדות הבאה למכונות המשמשות להטלת חצים ואבנים היא מתחילת המאה הרביעית לפני־הספירה בעיר־המדינה היוונית סִיֶּרְאקוֹנָזִי. המלך דִּיּוֹנִיסִיוֹס (432–367 לפני־הספירה) שכר מהנדסים מכל רחבי העולם היווני כדי לפתח עבורו ציוד מלחמה מתקדם. מִסִּיֶּרְאקוֹנָזִי התפשט הידע הטכנולוגי החדש ברחבי העולם היווני ושוכלל. המכונות היווניות נראו כקשתות גדולות במיוחד שהורכבו אופקית על־גבי חצובה. מספר לוחמים מתחו יחד את זרועות הקשת לאחר באמצעות מנופים וגלגלי־שיניים ונעלו את המיתר במצב דרוך. אחר־כך הניחו חץ גדול או אבן על מגש הירי, כונו לעבר המטרה ושחררו את המיתר. החימוש הוטל לטווח של 400 עד 500 מטרים. מאוחר יותר פותחה מכונה שהסתפקה בזרוע אחת אנכית במקום שתי זרועות אופקיות. מכונה זו יכלה להטיל אבנים גדולות יותר אבל לא יכלה לירות חצים.

בגלל הסרבול של מכונות אלה, השתמשו בהן בעיקר בקרבות מצור – כדי להגן על העיר מפני תוקפים או כדי לסייע בכיבוש העיר. רק המכונות הקטנות היו נוחות מספיק לשימוש בקרב שדה נייד. לא ידוע מתי נעשה השימוש הראשון במטולים בשדה־הקרב הפתוח. הקרב הראשון לגביו יש תיאור מפורט של שימוש במטולים התרחש ב־353 לפני־הספירה. צבאו של מלך מקדוניה, פִּילִיפּוֹס השני (חי בשנים 382–336 לפני הספירה – ומוכר יותר כאביו של אֶלֶכְסַנְדֵּר הגדול), תקף את הצבא הערן להגנה של עיר־המדינה היוונית פּוֹקִיס. במערך הצבא של פּוֹקִיס שולבו מספר לא ידוע של מטולי אבנים. הפלנקס המקדוני הצפוף הופתע ממטר האבנים שנורו לעברו, ספג אבדות רבות, איבד את סדרו ואולץ לסגת על־ידי הסתערות הרגלים של פּוֹקִיס. בעקבות קרב זה שכר פִּילִיפּוֹס מהנדסים שיבנו לו מטולים דומים והקים חיל מטולים מקצועי בצבאו שלו. מטולים אלה הופעלו בעיקר בקרבות מצור. הקושי לנייד את המטולים הקשה על השימוש בהם בקרבות – כל שינוי בהערכות הצבאות הפך את מיקומם ללא רלבנטי או חשף אותם להסתערות של האויב. למטול היה טווח ארוך מאשר לקשת, אבל קצב הירי היה מאד איטי ולכן לא יכול היה להתמודד עם קשתי אויב שהצליחו להתקרב אליו. מתועדים שני מקרים בהם בנו של פִּילִיפּוֹס, אֶלֶכְסַנְדֵּר הגדול (חי בשנים 356–323 לפני הספירה) השתמש במטולים כדי לחפות על צליחת נהר – כלומר, מצב בו הנהר מנע מהאויב להתקרב למטולים. במקרה הראשון, הצבא המקדוני נאלץ לצלוח נהר תוך כדי קרב נסיגה. אֶלֶכְסַנְדֵּר העמיד מטולי חצים בגדה הרחוקה והשתמש בהם כדי למנוע מהאויב לדרוף אחרי חייליו הנסוגים בעת שהסתדרו, עלו לסירות והפליגו לגדה זו. במקרה השני, הצבא המקדוני ביצע צליחת־סער. הנהר היה רחב מאד וקשתות רגילות לא יכלו לירות מהגדה האחת לגדה הנגדית. אֶלֶכְסַנְדֵּר השתמש במטולי החצים כדי להרחיק את האויב מהגדה הנגדית כדי לאפשר לחייליו לנחות שם ולהתארגן לקרב מול התנגדות מזערית.

הרומאים כבשו את יוון במהלך המאות השלישית והשנייה לפני־הספירה ולמדו מהיוונים כיצד לייצר מטולים. בשל ריבוי קרבות המצור שנאלצו הרומאים לנהל במהלך מלחמות הכיבוש שלהם הם הצטיידו במספר רב של מטולים ואף עסקו בשכלולם. בימי השיא של הצבא הרומאי הוקצו לכל לגיון 10 מטולים גדולים לפגיעה בחומות ו־60 מטולי חצים ואבנים קטנים יותר לפגיעה באנשים מרחוק. הרומאים השתמשו במטולים הקטנים יותר גם בקרבות מצור וגם בקרבות שדה – אם כי, כמו אצל היוונים והמקדונים, השימוש במטולים בקרבות שדה היה מוגבל למדי בשל הקושי לתמרן אותם תוך כדי לחימה וקצב הירי האיטי שלהם.

גם בסין העתיקה הומצאו מטולים לירי חצים ואבנים. רוב המטולים היו דומים לאלה שהמציאו היוונים, אבל בנוסף פיתחו הסינים מטול הפועל על עקרון נדנדת המאזניים. זרוע ארוכה מחוברת באמצעה בציר לחצובה. בקצה אחד של הזרוע הותקנה כף עליה הונח המטען ובקצה השני של הזרוע חוברו מספר חבלים. כדי להעיף את המטען היו מספר אנשים (במטולים גדולים, שגובהם כעשרה מטרים, השתתפו בפעולה זו עשרות אנשים) מושכים בבת אחת ובחוזקה בחבלים. הכף התרוממה במהירות והטילה את המטען. טווח הירי היה קצר למדי. בימי־הביניים מהנדסים ערכים שכללו מכונה זו



מטול חצים משנת 50 לפני־הספירה



מטול אבנים עם משקולת נגדית מימי הביניים – גרסה אירופאית לפיתוח ערבי

– במקום חבלים ואנשים הם חיברו לקצה הזרוע משקולת כבדה (מטונה אחת ועד 10 טונות בהתאם לגודל המכונה) והחליפו את הכף שבקצה השני בסל־חבלים. קצה הזרוע אליה חובר הסל נמשכה מטה וננעל, הסל הוטען והנעילה שוחררה. נפילת המשקולת בקצה הנגדי העניקה תנופה חזקה לזרוע והמטען הוטל לעבר המטרה. המטען המוטל במטולים אלה היה כבד יותר, עוצמת פגיעתו בחומות היתה חזקה יותר וטווח המעוף של המטען היה ארוך יותר מאלה של המטולים היווניים. המכונה החדשה יכלה להטיל מטענים מגוונים יותר – לא רק אבנים, אלא גם גופות אנשים ופגרי בעלי חיים (לצורך לוחמה ביולוגית ולוחמה פסיכולוגית), כדים ממולאים בחומרים דליקים וכדומה. מסלול המעוף של המטען היה תלול יותר ואיפשר להטיל את המטען מעל לחומות המגן לתוך מבצרים וערים ולא רק דרך החומות. מחיר העוצמה המשופרת של המכונה היה גודלה ומשקלה. כדי להזיזה ממקום למקום צריך היה לפרק אותה, לאחסן אותה על מספר עגלות נגררות על־ידי סוסים או שוורים ולהרכיב אותה מחדש לקראת הירי. כל שינוי בכוון הירי חייב גם הוא לפרק את המכונה ולבנות אותה מחדש כשהיא מכוונת לעבר המטרה החדשה. אי לכך, מכונות אלה התאימו רק לקרבות מצור ממושכים.²

2 ב־1304 ניסו הצרפתים להשתמש בחמישה מטולי אבנים בקרב נגד הפלמים (תושבי צפון בלגיה של ימינו). הנסיון נכשל – הרגלים הפלמים הסתערו לעבר המטולים והרסו אותם.

סיכום

בסופו של דבר, אף כי הצבאות היוונים, הרומאים והסינים ידעו לנצל את מטולי החצים ומטולי האבנים גם בקרבות שדה, כלי זה מעולם לא הפך למשמעותי בקרבות מסוג זה בשל הסרבול וקצב הירי האיטי. עיקר השימוש בהם היה כאמצעי עזר בקרבות מצור – וגם בקרבות אלה הם לא היו מרכיב מכריע אלא רק מרכיב מסייע, שנועד לחפות על המאמץ העיקרי של פריצת החומה באמצעים אחרים (בניית סוללות עפר עד לראש החומה ואילי-ניגוח) והסתערות הרגלים לתוך היעד המבוצר. רק מטול האבנים שפותח על-ידי הערבים בימי הביניים היה חזק דיו כדי להבטיח קעקוע של חומה בזמן סביר. מטול זה היה יקר מאד לייצור ולתחזוק, קשה לנייד ומסורבל מאד להפעלה ולכן שימש רק בקרבות מצור. בערך באותה עת שפותח המטול הערבי (המאה הארבע-עשרה), פותח בסין כלי נשק מסוג חדש, ששאב את עוצמתו לא מאגירת כוחם של בני-אדם באמצעות קפיץ או משקולת, אלא מתהליכים כימיים – התפשטות מהירה של גזים שנוצרו בעת שריפה מהירה של תרכובת מיוחדת של חומרים בתוך תא סגור – אבק השריפה.



שחזור של מטול אבנים אירופאי מימי הביניים

המצאת אבק השריפה והתותח

התפתחות טכנולוגית

אבק השריפה הומצא לראשונה על-ידי הסינים במועד לא ידוע (יתכן שבמחצית הראשונה של המאה התשיעית לספירה ולכל המאוחר במאה העשירית לספירה). השימושים הצבאיים הראשונים באבק השריפה היו כמצית לחומרי תבערה אחרים שהוטלו ממכונות במקום אבנים. במהלך המאה העשירית לספירת הנוצרים פותחו רקטות ורומחיי-אש (צינור ממולא באבק שריפה שהותקן על מוט ארוך – הלוחם קירב את קצה הלוע לאויב והצית את אבק השריפה כך שהלהבה פגעה באויב). המקרה הקדום ביותר המוכר של שימוש באבק שריפה כדי לשגר תחמושת מתוך צינור התרחש ב־1132. בשנה זו השתמש צבא סיני בצינורות מבמבוק כדי לירות קליעים מסוג לא ברור במסגרת התקפה על עיר באזור פוג'יאן. כיוון שהקנים היו עשויים מבמבוק, ברור



תותחון סיני משלהי המאה השלוש-עשרה



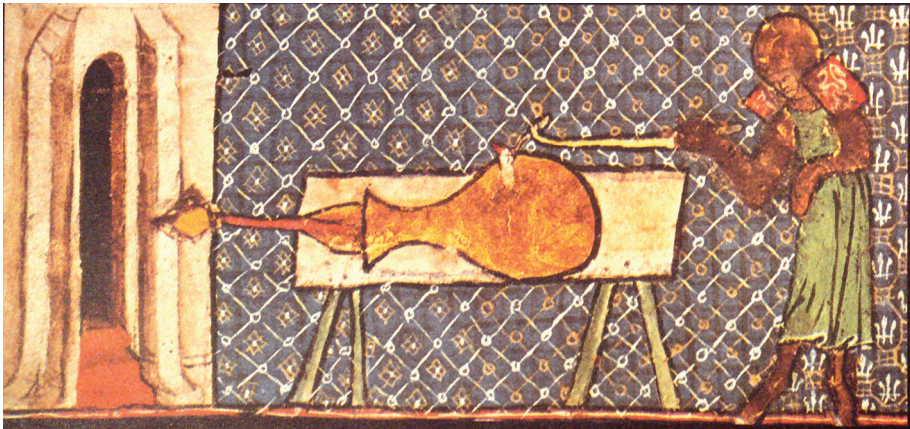
חייל סיני משגר רקטה לפני כאלף שנים

שגודל המטען ההורף היה קטן למדי ומדובר היה בנשק לפגיעה בכני-אדם ולא נשק לפגיעה בביצורים. פסל ששרד בערך מאותה תקופה מציג תותח בצורת אגרטל השוכב על צדו שקליע עגול מועף מתוכו. במהלך המאה השלוש-עשרה החליפו הסינים את צינורות הבמבוק בצינורות מארד (ברונזה). הידע הסיני הגיע לידי מהנדסים ערבים במועד לא ידוע אחרי 1240. לטענת

איש כנסיה ספרדי בן התקופה, במצור על העיר סְבִילִיָה ב־1249 השתמשו הערבים בנשק המבוסס על אבק שריפה. כמו כן, ישנן ידיעות לא ברורות על שימוש בכלי נשק המבוססים על אבק שריפה ב־1260 על-ידי הצבא המצרי נגד צבא מונגולי בקרב עין ג'לות בעמק יזרעאל. בשני המקרים החוקרים אינם מסכימים באשר לפרוש המונחים הרשומים בתעודות המתארות קרבות אלה. חלקם חושבים שמונחים אלה מתייחסים לאבק שריפה וחלקם טוענים שהמונחים מתייחסים לחומרי תבערה אחרים.

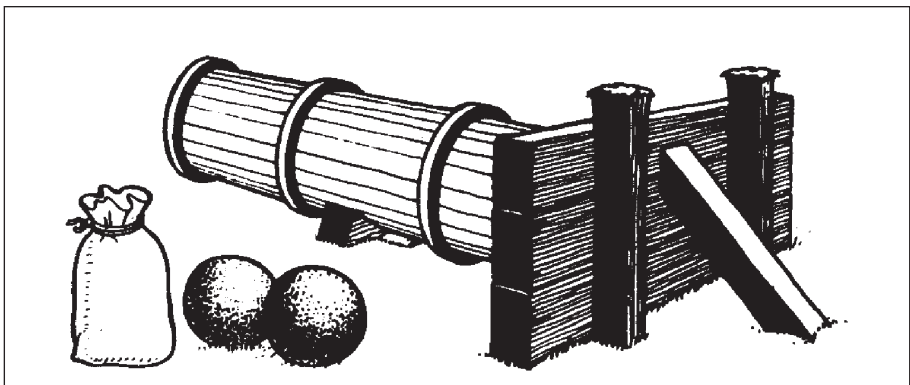
לא ידוע אם האירופאים גילו את אבק השריפה לבדם או שלמדו אודותיו מהערבים במלחמות ביניהם בספרד או בארץ ישראל. כאמור, המקרה המוכר המוקדם ביותר שיתכן ונעשה בו שימוש באבק שריפה באירופה הוא של צבא ערבי, שהפעילו במסגרת המצור על העיר סְבִילִיָה בספרד ב־1249. גם בתיאור של מצור ספרדי על עיר ערבית בספרד ב־1262 מוזכר שימוש בכלי ירי דמויי תותח או רובה על-ידי הערבים. הרמז המוקדם ביותר ששרד על קיום רובים בידי אירופאים הוא במסמך איטלקי מ־1281, אבל הניסוח לא ברור ולכן יתכן שמדובר בנשק אחר. האזכור החד משמעי המוקדם ביותר של תותח באירופה הוא מסמך המציין הבאתם של תותחים לאנגליה מהעיר הבלגית גֶנֶט ב־1313 ואחר-כך במספר מסמכים משנת 1327. התיאור החזותי המוקדם ביותר של תותח באירופה הוא ציור אנגלי מ־1326. התותח שבציור זה נראה כמו אגרטל השוכב על צדו ומחובר לשולחן עץ. הוא ירה חץ ארוך ועבה במיוחד. ניסויים שנערכו בשחזור של תותח כזה הראו שטווח החץ היה כ־90 מטרים – טווח קצר מזה של קשת רגילה, אבל עוצמת הפגיעה היתה חזקה מזו של חץ רגיל.

במהלך המאה הארבע-עשרה הלך וגבר השימוש בתותחים באירופה. במקום לירות חצים החלו לירות אבנים מסותתות לכדורים – כמו אבני המטולים. אבל התותחים הללו עדיין לא היוו נשק משמעותי. אמנם, קליעי התותחים היו קטלניים מכל קשת – הם חדרו כל שריון וכאשר האויב נערך בתבניות הקרב הצפופות המקובלות באותה תקופה



תותח אירופאי 1326

יכול היה הקליע הכדורי לחדור מספר אנשים בזה אחר זה, אבל, היה קשה מאד לפגוע וקצב הירי היה איטי מאד ביחס לקשת (לכל היותר קליע לדקה לעומת 10 עד 15 חצים בדקה בקשת רגילה). רק בשלהי המאה הארבע-עשרה, לאחר שלמדו לייצר קני תותחים חזקים שיכלו לעמוד בהתפוצצות כמות אבק השריפה הדרושה להדוף כדור אבן או ברזל בעוצמה מספקת כדי לקעקע חומה, החלו להתיחס לתותחים כאל נשק חשוב. התותחים הראשונים היו בסך-הכל צינורות סגורים בצד אחד ללא מרכב – כלומר, רק קנה. לרוב הם הונחו על האדמה כשהקצה הפתוח מכוון לעבר המטרה. התותח קובע למקומו על-ידי תקיעת יתדות לתוך האדמה והערמת סוללת עפר נמוכה מחוזקת בבולי עץ מאחוריו כדי לספוג את הרתיעה ולמנוע מהתותח לשנות כוון בזמן הירי. כל תזוזה של המטרה או החלפת מטרה חייבו לעקור את יתדות הקיבוע, לסדר מחדש את



תותח אירופאי בשלהי המאה הארבע-עשרה

עמדת הירי כולה בכוון החדש ולקבע מחדש את התותח. משך הזמן שנדרש היה ארוך מדי בכדי לאפשר שימוש יעיל בתותחים בקרבות שדה.

כדי לירות שפכו התותחנים מטען של אבק שריפה לתוך הלוע של הקנה ותחבו אותו לקצה הסגור באמצעות מוט טעינה. אחר־כך הכניסו ללוע את התחמושת – חץ גדול, כדור אבן או כדור ברזל, שקוטרם מעט פחות מהקוטר הפנימי של הקנה ודחפו אותו עד לאבק השריפה. בעת ייצור הקנה נקדח חור קטן בקצהו הסגור. התותחן שפך מעט אבק שריפה לתוך החור והצית אותו. האש הציתה את המטען הגדול יותר בתוך הקנה. הגזים שנוצרו משריפת אבק השריפה דחפו החוצה את התחמושת במהירות רבה לעבר האויב. לאחר כל ירייה ניקה התותחן את פנים הקנה מגזים שנשארו מאבק השריפה במטלית רטובה, כדי למנוע הצתה מוקדמת של מטען אבק השריפה הבא, אחר־כך ייבש את פנים הקנה במטלית יבשה כדי למנוע הרטבת אבק השריפה. רק אחרי תהליך זה יכול היה לשוב ולטעון את הקנה. עם הזמן למדו להחזיק את מטעני אבק השריפה מדודים מראש בתוך שקיות בד או נייר, כדי להקל על הכנסתם לקנה ולעטוף את התחמושת בבד או בקש כדי למנוע את בריחת הגזים שנפלטו מאבק השריפה הבוזר ודרך זו להגביר את עוצמת מעוף התחמושת – אולם קצב הירי פחת מעט עקב הצורך להפעיל יותר כוח כדי לדחוף את התחמושת פנימה והצורך לנקות באופן יסודי יותר את לוע הקנה משאריות בוערות של בד, נייר או קש לפני הטעינה הבאה.

לתותחים הראשונים לא היו מנגנונים לכוון וגם לא מנגנונים לספיגת הרתיעה ולכן הם היו מאד לא מדויקים. גם משום כך, התועלת העיקרית שלהם היתה בקרבות מצור. עם זאת, מטולי האבנים הגדולים שפיתחו הערבים והועתקו על־ידי האירופאים היו לרוב יעילים יותר מהתותחים הראשונים בקעקוע חומות. בעיה נוספת היתה איכות ירודה של ייצור התותחים, כך שלעיתים הקנים לא עמדו בלחץ הירי והתפוצצו על המפעילים. מנגד, התותחים היו קטנים יותר וקלים יותר ולכן היו הרבה יותר נוחים להובלה מאתר מצור אחד למשנהו וגם היה קל יותר לשנות את כוון הירי מאשר במטולי האבנים. יתר על כן, הטכנולוגיה של מטולי האבנים לסוגיהם כבר מוצתה, בעוד שלתותחים עוד היה פוטנציאל לשכלול. עם הזמן למדו המהנדסים של אירופה לייצר תותחים גדולים יותר וחזקים יותר שביצועיהם עלו על מטולי האבנים³ – ב־1453 קנו התורכים מיצרן הונגרי מספר תותחים ענקיים, שמשקלם היה כמעט

3 עד המאה השש־עשרה נראה שקצב ההתפתחות של הטכנולוגיה הזו היתה דומה בכל העולם – אולם, במהלך המאה השש־עשרה החלו בהדרגה המהנדסים האירופאים להתקדם בקצב הולך וגובר מהר יותר מהמהנדסים בעולם המוסלמי ובמזרח הרחוק. הסיבות לכך אינן בתחום המחקר הנוכחי, אולם, בתמצית, הן נובעות מהתפתחויות תרבותיות ומדיניות ומצרכים מבצעיים שונים. לפי כך, בהמשך, הסקירה תתמקד באירופה.



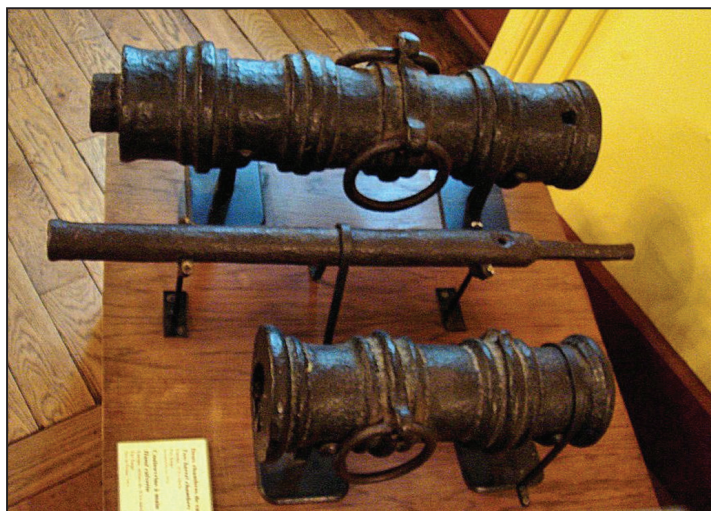
אחד התותחים שפיצחו את חומות קונסטנטינופול ב־1453

18 טון כל אחד וירו כדור שקוטרו כמעט מטר ומשקלו 330 קילוגרם. חומות העיר קונסטנטינופול, שהיו בין החזקות ביותר באירופה, נפרצו והעיר נכבשה. בשנים 1453–1337 התנהלה מלחמת מאה השנים בין מלכי אנגליה לבין מלכי צרפת. האנגלים היו הראשונים שהפעילו תותחים במלחמה זו, הן בקרבות מצור והן בקרבות שדה. אבל עיקר עוצמת הירי שלהם התבססה על קשתות – תחום בו הטכנולוגיה ומיומנות ההפעלה של האנגלים היתה עדיפה על כל צבא אירופאי אחר. האזכור המפורש הראשון לשימוש בתותחים בקרב שדה באירופה הוא בתיאור של קרב קרסי (1346) – קרב השדה המשמעותי הראשון במלחמת מאה השנים – בו הפעיל הצבא האנגלי הערוך בהגנה שלושה תותחים⁴. בתיאורי הקרב מוזכרת השפעתם הפסיכולוגית של התותחים אבל לא הנזק החומרי שגרמו. מכל מקום, תועלתם הואפלה על־ידי היעילות והמספר הרב של הקשתים האנגלים באותו קרב וברוב הקרבות הבאים של המלחמה.

4 כעבור 500 שנים נמצאו בשדה־הקרב חמישה כדורי תותח. שלושה היו מברזל, ושניים מאבן. אחד מכדורי הברזל היה בקוטר 79 מ"מ; כדור ברזל אחד, וכדור אבן אחד, היו בקוטר 82 מ"מ; ושני הכדורים הנותרים היו בקוטר 92 מ"מ. בהתחשב באיכות החרושת בתקופה ניתן להניח ששלושת הכדורים הראשונים נורו מקנה בקוטר זהה (גם כעבור 450 שנים, בשלהי המאה השמונה עשרה, טרם שיפרו בהרבה את דיוק ייצור תחמושת). הכדורים האחרים נורו מקנה נוסף. כלומר אנו יכולים להניח קיומם של לפחות שני תותחים (המקורות מהתקופה מזכירים שניים או שלושה), האחד בקוטר 83 עד 85 מ"מ, והשני בקוטר 93 עד 95 מ"מ. אורך הקנים המשוער היה כ־1.8 מטרים.

במחצית הראשונה של המאה החמש־עשרה, בחפשם מענה לריכוזי המצודות שבנו האנגלים בשטחים שכבשו בצרפת, השתכנעו מלכי צרפת להצטייד בכמות גדולה של תותחים. הצבא הצרפתי עבר ממצודה אנגלית אחת לרעותה וכבש את כולן בקלות – התותחים פרצו כל חומה תוך מספר ימים. שינוי חשוב לא פחות התרחש בקרבות שדה. עד ההצטיידות ההמונית בתותחים נהנו האנגלים מעדיפות מוחלטת בכוח ירי בזכות הקשתים המיומנים יותר והקשתות החזקות יותר שלהם. לאחר שהקימו כוח של תותחים שינו הצרפתים את שיטת הלחימה שלהם כדי למצות את יתרונות התותחים – טווח ארוך משל הקשת האנגלית (400 עד 500 מטרים לעומת 200 עד 300 מטרים) וקטלניות רבה יותר בכל יריה. ההפעלה הראשונה של תותחים על־ידי הצרפתים בקרב שדה היתה רק אלתור מקומי של מפקד. בהמשך, לאחר שהצטיידו במספר גדול של תותחים הפכו זאת לשיטה. כשנערכו לקרב שדה נהגו הצרפתים לבנות ביצורים ארעיים (לרוב סוללות עפר), הניחו עליהם את קני התותחים וקיבעו אותם לסוללה באמצעות יתדות. כדורי התותחים הצרפתים חרשו תלמים רוויי דם דרך השורות הצפופות של החיילים האנגלים מטווח שאלה לא יכלו להשיב בירי. בצמד הקרבות שחתמו את מלחמת מאה השנים, קרב פּוֹרְמֵיִי (1450) וקרב קֶסְטִיִן (1453), ניצחו הצרפתים במידה רבה בזכות שימוש מושכל ויעיל במגוון סוגים וגדלים של תותחים.

לאחר שגורש החייל האנגלי האחרון מאדמת צרפת המשיכו מלכי צרפת להשקיע כסף בפיתוח תותחים מתקדמים יותר ושכרו מערך מקצועי שיפעיל אותם. אחד



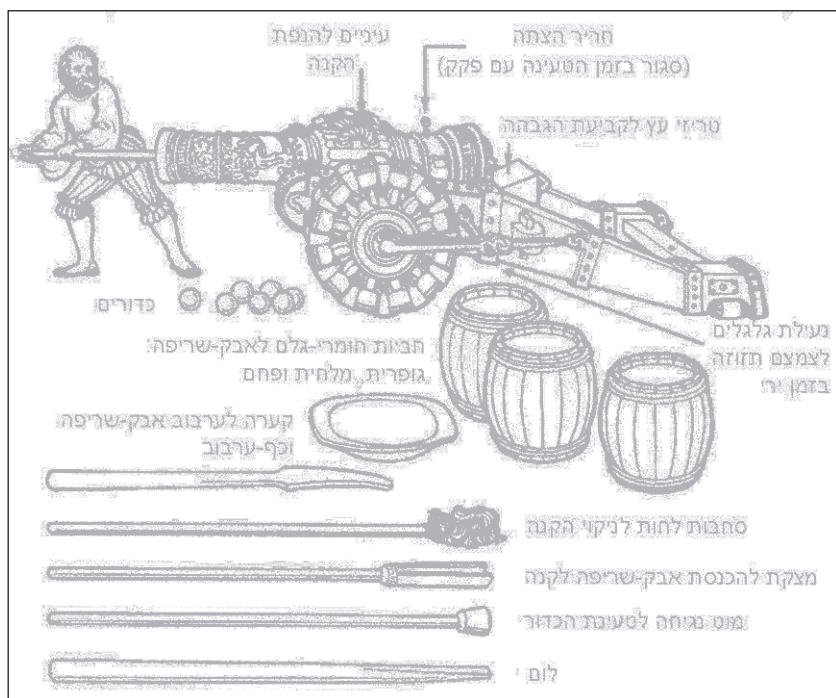
תותח־יד מסוג קֶלְבֵּרִין בין שני תותחים
(אמצע המאה החמש־עשרה)

השכלולים הראשונים והחשובים ביותר היה בניית מרכב עם גלגלים לכל תותח. המרכבים הראשונים עם גלגלים עדיין היו מסורבלים מאד, אבל כעת אפשר היה לעשות שינויים קטנים בכיוון התותח תוך כדי הלחימה ולהוביל את התותחים מאתר לחימה אחד למשנהו בנוחות יחסית.

ב-1494 פלשו הצרפתים לאיטליה. התותחים הצרפתיים היו הכובש העיקרי במערכה – בזו אחר זו נפרצו החומות שהגנו על הערים ועל המצודות הפזורות בצפון איטליה. במקום שבועות וחודשים של מצור נמשך הכיבוש של כל עיר ומצודה מספר ימים בלבד. על כך כתב ההוגה המדיני והצבאי בן התקופה, ניקולו מקיאוברלי, שמלך צרפת "כבש את צפון איטליה עם לוח וגיר"⁵. אמנם, במהלך 1495 נאלצו הצרפתים לסגת מרוב השטח שכבשו באיטליה עקב התערבות מעצמות אירופאיות אחרות במלחמה, אבל הקלות בה נכבשו ערים ומצודות כה רבות הדגימה את אירופה והבהירה שהעתיד של לוחמת המצור טמון בתותחים.

מתחילת המאה השש-עשרה ועד תחילת המאה התשע-עשרה המשיכו מהנדסים לשכלל את התותחים. מגמת השיפור העיקרית לא היתה בעוצמת התותחים אלא בניידותם – פיתוח קנים קלים יותר מבלי לאבד את עוצמת הירי, פיתוח מרכבים חזקים יותר ועם זאת קלים יותר ובעלי עבירות קרקע טובה יותר. הראשונים שפיתחו והצטיידו בתותח קל דיו כדי לאפשר ניודו יחד עם הכוח הלוחם בתוך שדה-הקרב היו השבדים במהלך שנות ה-20 של המאה השבע-עשרה. במהרה העתיקו צבאות אחרים את התותחים הללו – אבל אלה היו תותחים קטנים מאד. יתרונם העיקרי היה, שקצב הירי שלהם היה כפול משל הרובים בני התקופה וטווח הירי שלהם ארוך פי שלושה מטווח הרובים. הם עדיין היו יקרים יחסית לרובים ומסורבלים יותר לניוד. בהדרגה הצליחו יצרני התותחים לייצר תותחים גדולים יותר בעלי ניידות דומה לתותחים הקטנים. משקל התותחים בהם הצטייד הצבא הצרפתי בשלהי המאה השמונה-עשרה היה רק חצי ממשקל התותחים בהם הצטייד 40 עד 50 שנים קודם מבלי לאבד מעוצמת ההדף שהטיל את התחמושת וגם לא מעוצמת הפגיעה במטרה. הורדת המשקל ושכלולים באופן רתימת התותח לסוסים הגוררים אותו שיפרו משמעותית את מהירות התנועה, מהירות המעבר של התותח ממצב תנועה למצב ירי (30 עד 60 שניות בהתאם למיומנות הצוות ודגם התותח) ומהירות רתימתו מחדש כדי לנוע לעמדה חדשה (60 עד 120 שניות). הבעיה המרכזית אותה רצו המפתחים לפתור לא היתה הובלת התותחים בין שדות הקרב (אם כי הגברת הניידות תרמה גם בסוגייה זו) אלא בעיקר שיפור הניידות של התותח בתוך שדה-הקרב – כדי שיוכל לנוע יחד עם הכוחות המתמרנים.

5 הלוח והגיר שימשו לחשב את עמדות התותחים, זוויות הירי ונקודות הפגיעה היעילות ביותר.



תותח וציודו באמצע המאה השש-עשרה

להרכבת התותחים על מרכבים ניידים היה גם חסרון אחד – כאשר הונחו התותחים על הקרקע או על מרכבים מקובעים, הרתיעה כמעט שלא השפיעה על כוון הירי. לאחר שהורכבו התותחים על מרכבים עם גלגלים נוצר מצב שבכל יריה התותחים נהרפו אחורה מספר מטרים וכדי לחזור ולירות באותו כינון, הצוות צריך היה לדחוף אותם חזרה לעמדה ולכוון אותם מחדש. כתוצאה מכך קצב הירי הואט. כאשר, בגלל לחץ הקרב וקצב הירי, הצוותים לא הקפידו להחזיר את התותחים לעמדה המקורית אחרי כל ירייה, התותחים 'נסוגו' בהדרגה לתוך עגלות האספקה והסוסים שהמתינו מאחור, לתוך יחידות שעמדו מאחוריהם או אפילו זה לתוך זה (הרתיעה לא תמיד היתה בקו ישר לאחור).

בהדרגה התפתחה הבחנה בין שלושה טיפוסים עיקריים של תותח על-פי הניידות⁶:

6 בנוסף היו תותחים ימיים שלא יידונו בסקירה זו. ככלל הם היו דומים לתותחים היבשתיים. תותחים כבדים הותקנו בסיפונים הנמוכים של ספינות המלחמה, תותחים במשקל בינוני בסיפונים האמצעיים ותותחים במשקל קל על הסיפונים העליונים.

- **תותחי מצור** – שהיו גדולים וכבדים במיוחד ולכן זקוקים למספר רב של סוסים או שוורים כדי להזיזם. בשל כך לרוב לא נלקחו להשתתף בקרבות שדה.
- **תותחי שדה כבדים** – תותחים שאפשר לנייד בשדה־הקרב על־ידי צוות של כמה סוסים יחד.
- **תותחי שדה קלים** – תותחים שאפשר לנייד בשדה־הקרב על־ידי צוות של 2 או 3 אנשים.

כל אחד משלושה טיפוסים התותחים הללו, כלל מגוון רחב של גדלי תותחים (נהוג היה להבחין בין תותחים על־פי משקל הקליע הכדורי הגדול ביותר שירו). מצב זה יצר קשיי אספקה רבים ואי אחידות בהפעלת התותחים. כלקח ממלחמת שבע השנים (1756–1763) קבע קצין התותחנים הראשי של הצבא האוסטרי, יוֹסֶף וֶנְצֶל, נסיך לִיכְטֶנְשְׁטַיִן, שיש לצמצם את מספר סוגי התותחים מכל טיפוס. רעיון זה הועתק לצבא הצרפתי על־ידי קצין צרפתי בשם גֶרִיבּוֹנֶאֶל, ששירת כמה שנים בצבא אוסטריה ומונה לשמש כקצין התותחנים הראשי של צבא צרפת. הוא קבע שבצבא צרפת יהיו רק ארבעה גדלי תותחים. בהדרגה אומץ הרעיון גם בצבאות אחרים תוך התאמתו להעדפות מקומיות – הרוסים, למשל, העדיפו להסתפק בשני גדלי תותחים בלבד.

כנוסף לתותח היורה במסלול שטוח פותחו תותחים היורים את תחמושתם במסלול קשתי גבוה – תותחי הוביצר ומרגמות. תותחים אלה נועדו לאפשר ירי מעל לחומות של עיר או מצודה כדי לפגוע בבתים ובאנשים החוסים מאחורי החומה. במקביל לפיתוח התותחים פותחו מספר סוגי תחמושת:

- **קליעים כדוריים בקוטר מלא** – קליעים אלה פגעו רק במי שעמד בדיוק בקו הירי. הם היו מסוגלים ללהרוג או לפצוע טור שלם של חיילים ערוכים בתבניות קרב צפופות עד קצה טווח המעוף שלהם. הטווח המרבי של קליע מוצק שנורה מתותח שדה כבד בראשית המאה התשע־עשרה היה בערך 1,200 מטרים לכל היותר – אולם, הטווח היעיל מבחינת סיכויי הפגיעה היה בערך חצי מזה. הטווח המרבי של קליע שנורה מתותח קל היה 700 עד 1,000 מטרים והטווח היעיל בערך שני־שלישים מזה. אם נורה בזווית הנכונה הקליע פגע באויב בערך גובה החזה. אולם, בשל קושי לאמור את הטווח העדיפו תותחנים לכוון את הקליעים כך שיפגעו בקרקע לפני המטרה, ינתרו ויתגלגלו דרך חיילי האויב. בדרך זו האריכו את תחום הפגיעה והבטיחו סיכוי רב יותר לפגוע במטרה גם אם אומדן הטווח היה שגוי.
- **אשכולות קליעים** – אשכולות של קליעים כדוריים קטנים, שהתפזרו מיד לאחר שיצאו מהקנה בצורה של משפך ולכן יכלו לפגוע בבת אחת במספר רב של חיילי

אויב. כיוון שהפיזור היה גם לגובה ולא רק לרוחב יצא שבערך חצי מהקליעים פגעו בקרקע לפני המטרה או שעפו מעליה. טווח המעוף המרבי שלהם היה רק חצי מהטווח היעיל של הכדורים הגדולים. לכן, כדי להשתמש בהם, נדרש צוות התותח להתקרב מאוד לאויב. כמו כן, בניגוד לכדור בקוטר מלא, שיכול היה לחדור דרך טור שלם של אנשים, הכדורים הקטנים יותר היו בעלי כושר חדירה קטן יותר ולכן כל כדור בפני עצמו פגע בפחות אנשים. יעילות אשכולות הקליעים הושפעה מאוד מקוטר התותח – ככל שהקוטר היה גדול יותר היעילות היתה רבה יותר משום שאפשר היה להכניס יותר כדורים לאשכול – כך שאשכולות קליעים שנורו מתותחי שדה כבדים היו בערך פי שניים יותר יעילים מאשכולות קליעים שנורו מתותחי שדה קלים. אשכולות קליעים יוצרו בשני גדלים לכל תותח – 30 עד 60 כדורים (מספר הכדורים נקבע בהתאם לקוטר הקנה) בגודל בינוני לירי בטווח של 400 עד 700 מטרים; 60 עד 120 כדורים קטנים לירי בטווח של פחות מ-400 מטרים.

- **פגזים מתפוצצים** – כדורי מתכת חלולים בקוטר מלא, שמולאו באבק שריפה עם פתיל. בעת הירי ניצת הפתיל ופוצץ את הפגז כאשר הגיע למטרה. התותחן נדרש להתאים את אורך הפתיל לטווח הירי כדי שהפיצוץ לא יתרחש מוקדם מדי ולא מאוחר מדי – דבר שדרש אומדן טווח מדויק ללא אמצעי מדידה ואחידות גבוהה של ייצור פתילים כדי להבטיח זמן בערה שווה באורך נתון. בדרך-כלל, בגלל איכות הייצור והקושי לאמוד הטווח, הפיצוץ התרחש רחוק מדי מהמטרה. יתר על כן, לעיתים קרובות כבה הפתיל תוך כדי מעוף הפגז, כך שהפגז לא התפוצץ. לעיתים פגע הפגז בקרקע כאשר הפתיל עדיין בוער ואיפשר לחיילים המופגזים לתלוש את הפתיל, לשפוך עליו מים או לגלגלו לשלולית. כאשר התרחש פיצוץ, דפנות הפגז התרסקו ורסיסים עפו לטווח של 10 עד 30 מטרים ממוקד הפיצוץ – אבל לרוב היו מעט מאוד רסיסים (15 עד 25) כך שהסבירות לפגוע במישהו בטווח העולה על בערך 5 מטרים ממוקד הפיצוץ היתה מזערית. ב-1803 אימץ הצבא הבריטי פגז מתקדם שפותח על-ידי קצין בשם שְׂרַאפֶּנְלִי. שְׂרַאפֶּנְלִי הצליח לשכלל את הפגז על-ידי הוספת עשרות כדורים קטנים לתוכו. הכדורים סודרו כך, שהפיצוץ הדף אותם קדימה בצורה של משפך – כמו באשכול הקליעים. את הפתיל כיוון התותחן כך שהפגז יתפוצץ קצת לפני המטרה. תחמושת זו היתה מסובכת יותר לייצור מאשר פגזים רגילים ולכן היקף האספקה היה מצומצם. הבריטים ניסו לשמור את הטכנולוגיה הזו בסוד אך במהלך המאה התשע-עשרה היא הגיעה גם לצבאות אחרים.

לעיתים, כאשר ירו לטווח קצר במיוחד, נהגו לטעון את התותח בשתי תחמושות יחד: תחילה הוכנס כדור בקוטר מלא שנדחס פנימה עד למטען ההודף ואחר־כך הוכנס אשכול קליעים שנדחף עד לכדור המלא. בעת הירי הכדור המלא דחף לפניו את האשכול, שהתפזר מיד ביציאה מהקנה באופן רגיל, הכדור המלא חלף דרך הקליעים המתפזרים והמשיך דרך האויב ממול. בדרך זו שילבו את היעילות השונה של כל תחמושת בכל ירייה.

תותחי הוביצר ומרגמות ירו רק פגזים מתפוצצים – הטווח היעיל שלהם היה קצר משמעותית משל התותחים היורים במסלול שטוח: 500 עד 900 מטר לתותחי הוביצר (קלים וכבדים בהתאמה) ובערך 100 עד 200 מטרים למרגמות.

קצב הירי של התותחים החל מהמחצית השנייה של המאה השמונה־עשרה עמד על בערך 2 יריות לדקה (תלוי במיומנות הצוות) לתותחי שדה הכבדים ובערך 3 יריות לדקה לתותחי שדה הקלים. בקצב זה, שהיה מהיר בהרבה מהקצב של תותחי ימי־הביניים, נדרשה מעת לעת הפסקת הירי כדי לקרר את הקנה, שהתלהט ואיים לפוצץ באופן לא מבוקר את מטעני אבק השריפה שהוכנסו לתוכו. לעיתים, כדי לדחות את ההפסקה ולזרז את ההתקררות, התותחנים שפכו דליי מים על הקנה.

מגבלה טכנולוגית שליוותה את התותחים מראשיתם ועד שלהי המאה התשע־



תותח טיפוסי מאמצע המאה השמונה־עשרה עד אמצע המאה התשע־עשרה

עשרה היתה ענני העשן הסמיכים שנוצרו על-ידי הירי. כאשר מספר התותחים הכולל היה קטן, קצב הירי היה נמוך (אחת לכמה דקות) והמטרה היתה נייחת (חומה של עיר או מצודה) לא היתה לכך משמעות רבה. אבל ככל שרכו התותחים, הואץ קצב הירי עקב שכלול הטכנולוגיה ושיטות ההפעלה והתותחים החלו למלא תפקיד מרכזי בקרבות שדה ולירות בשל כך על מטרות ניידות (יחידות אויב), נוצרה, ועם הזמן גם החריפה, בעיית הכינון למטרה. החל מקרבות אמצע המאה השמונה-עשרה, מרגע שהחלו התותחים לירות נוצרו תוך דקות מספר עננים סמיכים של עשן לבן, שנישאו עם הרוח וכיסו את כל שדה-הקרב. ככל שהירי נמשך התקשו התותחנים יותר ויותר לראות את המטרות ואת הפגיעות שלהם. הירי הפך לעיוור ומכני. תחמושת רבה נורתה לריק. העשן הפריע גם לשליטת המצביאים בכוחות המתמרנים שלהם.

התפתחות ארגונית

במקביל להתפתחות הטכנולוגית התרחשה התפתחות ארגונית. בימי-הביניים נתפס התותח ככלי נשק חשוב אבל לא מכובד, ולכן לא ראוי לשימוש על-ידי מעמד הלוחמים העיקרי – האבירים. על-כן, משימת הפעלת התותחים הוטלה על קבלנים אזרחים שנשכרו לשם כך. בשל הגדרת מקצוע התותחנות כמקצוע אזרחי הוא אורגן בהתאם למקובל במקצועות האזרחיים של התקופה ב-'גילדה', שבחרה את חבריה בעצמה, הכשירה אותם בעצמה והשביעה אותם לשמירת סודיות מקצועית⁷. כל עוד הצבאות החזיקו רק מעט תותחים, שהיו שייכים לקבלנים שהפעילו אותם, לא היתה בכך בעיה מיוחדת. אבל, כאשר המלכים החליטו להגדיל את כוח התותחים שלהם ורכשו אותם לעצמם, התברר שלא ניתן לסמוך על הקבלנים. הקבלנים עבדו למען שכר. מבחינת המלכים, אחד היתרונות במעמד הקבלנים כשכירים זמניים היה, שברגע שהסתיימה המלחמה אפשר היה לפטר אותם ועל-ידי כך לחסוך כסף. מאידך גיסא, כשהלחימה נהייתה קשה ומסוכנת נטו הקבלנים לנטוש את הצבא ואת התותחים כדי להציל את עצמם – הם לא היו כפופים למסורות המשמעת וההקרבה של הלוחמים המקצועיים וגם לא חשו מחויבים רגשית לצבא ולמטרות המלחמה. במאה השבע-עשרה החל תהליך הדרגתי של חיול מקצוע התותחנות עד להקמת חילות תותחנים של ממש בכל הצבאות האירופאים במהלך המאה השמונה-עשרה. המגבלות העיקריות לתהליך זה היו תקציב ופוליטיקה-חברתית – החזקת חיילים

7 'הגילדה' היתה עמותה מקצועית בעלת מעמד משפטי מוגדר. כל מי שעסק במקצוע מסוים היה חייב להשתייך לגילדה, כדי שזו תאשר לו את העיסוק ותערוך למיומנתו המקצועית. לכל גילדה היו מוסדות ניהול, מגילת חוקים ובית-משפט. החבר בגילדה מסוימת היה נתון למרות משפטית של מוסדות הגילדה.

קבועים בשכר היתה יקרה לאין ערוך משיטת הקבלנים האזרחיים, וגם מבחינה חברתית ומשפטית לא היה פשוט לשבור את מונופול הגילדה המקצועית. תהליך החיול העמיד את הצוותים תחת פיקוח של קצין תותחנים ראשי, שקבע את סוגי התותחים שיש להצטייד בהם, את תורת הלחימה ואת תנאי השרות.

בניגוד לפרשים ולרגלים, התותחנים לרוב לא אורגנו ביחידות, אלא השתייכו כולם לעוצבת תותחנים מרכזית וממנה הוקצו למשימות. כל תותח והצוות שלו היוו יחידה בפני עצמה. תותחים שהוצבו זה ליד זה בשדה־הקרב אוגדו במסגרת זמנית שכונתה 'סוללה'⁸. מספר התותחים בסוללה לא היה קבוע. לקראת כל קרב אוגדו התותחים לסוללות על־פי השיקולים הטקטיים של המצביא. כאשר מספר התותחים בסוללה היה גדול במיוחד היא כונתה 'סוללה־גדולה'. לא נקבעה הבחנה תקנית בין 'סוללה' רגילה לבין 'סוללה־גדולה'. לסוללה לא היה מנגנון פיקודי מסודר – לפעמים לא הוגדר כלל מפקד סוללה ולפעמים הוגדר מפקד זמני שהקצה את המטרות לתותחים. גם כאשר כל התותחים בסוללה ירו על מטרה משותפת, כל צוות ניהל בנפרד את הירי שלו עצמו. ענני העשן שנוצרו בעת הירי מנעו שליטה וניהול יעיל של הירי. כתוצאה מכך לעיתים קרובות הירי היה מקוטע ולא מדויק.

ברבע השלישי של המאה השמונה־עשרה, לאחר צבירת נסיון בלחימה כמעט בלתי פוסקת מתחילת המאה, החל תהליך של הקמת יחידות תקניות (מחלקות ופלוגות) בתוך חילות התותחנים. הראשונים היו האוסטרים, אחריהם הצרפתים ובהמשך יתר צבאות אירופה. התקן המקובל ברוב הצבאות היה שני תותחים במחלקה ושלוש מחלקות תותחים בפלוגת תותחים. המחלקות והפלוגות כללו גם עגלות לנשיאת תחמושת וציוד עזר, נהגים ושומרים וסוסים לגרירת התותחים והעגלות (לפלוגה נדרשו כ־200 סוסים). הצרפתים היו היחידים שהקימו גם גדודי תותחים, והיו הראשונים שקבעו תקן של הקצאה קבועה של תותחים ליחידות הרגלים והפרשים – מחלקת תותחים לכל גדוד

8 המונח העברי 'סוללה' הוא תרגום לא נכון של המקור האירופאי – 'battery' (באנגלית) או 'batterie' (צרפתית). מקור המונח האירופאי הוא מהלטינית battuere 'להכות' או 'להלום', שעבר גלגולים שונים בצרפתית ובאנגלית. תחילה שימש המונח כדי לבטא את פעולת הירי נגד המטרה ('להלום במטרה'), אבל בשלהי המאה החמש־עשרה או במהלך המאה השש־עשרה החלו להשתמש בו במשמעות של קבוצת התותחים המבצעת את הירי במקום במשמעות הפעולה עצמה. התרגום השגוי נבע אולי מכך שבאנגלית ובצרפתית של ימינו המונח הלוועזי משמש גם לסוללת חשמל. בלשנים סבורים ששימוש זה ראשיתו בכך שהסוללות החשמליות הראשוניות ביצעו פעולה של discharge – ריקון הסוללה מהמטען החשמלי שנשאה – מונח ששימש עד אז לבטא ירי של כלי ירי, קרי, ריקון קנה התותח מהקליע שבתוכו. נראה שהמונח discharge לבטא ירי החליף את batterie כשזה החל לבטא את קבוצת התותחים במקום את פעולת הירי.

רגלים, פלוגת תותחים לכל חטיבה וגדוד לכל אוגדה⁹. ההקצאה הקבועה למסגרות הרגלים והפרשים לא ביטלה את המאגר המרכזי של יחידות התותחים. אלה נשארו בפיקודו הישיר של המצביא העליון בכל זירת מערכה. כמו כן, המסגרת הסוללתית המאולתרת לפי צורכי המשימה נותרה מסגרת הפעלת הכוח בשדה – במקום על-ידי איגוד של תותחים בודדים הסוללות והסוללות-הגדולות אוגדו על-ידי צירוף של מחלקות תותחים ופלוגות תותחים למשימה משותפת.

קביעת מבנה ארגוני תקני עם מדרג פיקודי קבוע ייעל את השליטה על התותחים: לרכזו אש על מטרה אחת או לפצל אותה בין כמה מטרות מבלי שתוצר כפילות, להסיט את מוקד האש, לקבוע את קצב הירי וכן הלאה. כעת יכלו המצביאים להקצות משימות על-פי יחידות ולשנות משימות תוך כדי הקרב מבלי שיפקדו ישירות על כל צוות תותח בנפרד.

כאמור, הצרפתים היו הראשונים שאיגדו פלוגות לגדודי תותחים ולכן, עד שיתר הצבאות אימצו שיטת ארגון זו גם הם, הפעלת אש התותחים של הצרפתים היתה יעילה יותר והם יכלו לרכז עוצמות חזקות יותר לעבר מטרות נבחרות על-ידי ניהול מרוכז ומבוקר של כלל התותחים בסוללה-גדולה תחת פיקודו של מפקד בכיר. יתר על כן, הצרפתים יכלו להרכיב ולפרק סוללות-גדולות תוך כדי הקרב על-פי השינויים המתהווים בשטח. הרוסים והאוסטרים היו הראשונים שאימצו את שיטות הארגון הצרפתיות – הבריטים היו היחידים שלא השכילו לעשות כן עד סוף המלחמות נגד נפוליאון.

במשך הזמן הלכה והטשטשה ההבחנה בין 'פלוגת' תותחים הקבועה לבין 'סוללת' תותחים הזמנית והחלו לכנות 'פלוגה' במונח 'סוללה'. מטעמי נוחות אשתמש בהמשך במונח 'סוללה' בלבד.

9 האוגדה הקבועה היתה המצאה צרפתית שנועדה לרכז תחת מפקד אחד כוח רב חילי קבוע.

התפתחות תורת הלחימה

השינויים בטכנולוגיה ובארגון גררו שינויים הדרגתיים גם בשיטות ההפעלה.

מאפייני המטרות עליהם ירו התותחים בקרבות שדה מהעת העתיקה ועד לשלהי המאה התשע-עשרה תבניות הלחימה של הצבאות התבססו על דחיסת מספר גדול של לוחמים בשטח קטן. צפיפות הלוחמים היתה הכרחית בשל תכונות כלי הנשק האישיים ואמצעי הקשר ששימשו לפיקוד ולשליטה על הכוחות. למעט בנסיבות חריגות או בשטחים משובשים מאד, בכל התנגשות בין כוח צפוף לבין כוח מפוזר היתה ירו של הראשון על העליונה. הקרב הטיפוסי נפתח בירי הדדי של חצים, אבני קלע וחניתות ואחר-כך הצדדים הסתערו זה לעבר זה והתנגשו עם נשק מגע אישי (כידונים, חרבות, גרזנים ואלות). רוב הקטל נגרם בלחימת המגע. החלפת הקשתות והקלעים ברובים לא שינתה את מאפייני הלחימה וגם לא את היעילות היחסית של כלי הנשק – עד אמצע המאה התשע-עשרה הרובים היו פחות קטלניים מקשתות¹⁰. גם לאחר שהרובים הפכו לנשק היחיד של חילות הרגלים עדיין נדרשה תבנית לחימה צפופה בגלל הטווח הקצר והדיוק המוגבל של הרובים – אם כי ניתן היה לצמצם את מספר השורות. רק בתבנית צפופה בת מספר שורות היה לחיל הרגלים סיכוי לייצר מטחי אש בקצב ובצפיפות מספקים כדי לעצור הסתערות פרשים – ובדרך-כלל הפרשים נכלמו רק כאשר שהרגלים הצליחו ליצור מולם 'קיפוד' צפוף של רובים מכודנים. כל כוח רגלי מפוזר שהותקף על-ידי פרשי אויב חמושים ברומחים או בחרבות הושמד. עובדה טקטית זו נשארה תקפה עד המחצית השנייה של המאה התשע-עשרה. אז הוארך טווח הרובים, שופר הדיוק שלהם, והנתון החשוב ביותר – הוגבר קצב הירי שלהם, עד כדי כך שלרגלים היה סיכוי לבלום הסתערות פרשים בירי מרחוק. גם אז היו

10 עד לפיתוח הרובים מחורקי הקרח (דגמים ראשונים הופיעו במהלך המאה השמונה-עשרה אבל דגמים מתאימים לשימוש צבאי פותחו רק בשליש השני של המאה התשע-עשרה) טווח הרובים היה קצר יותר מטווח הקשתות, דיוקם נמוך יותר וקצב הירי איטי יותר. יתרונם היחיד של הרובים הראשונים, והסיבה היחידה בגללה הצטיידו בהם, היה שנדרשו רק מספר שבועות להכשיר רובאי טוב בעוד שלהכשרת קשת טוב נדרשו שנים. בשלהי המאה החמש-עשרה הצטרף יתרון נוסף – כושר חדירת השריון של הרובים התעצם והיה לטוב יותר מזה של הקשתות. מתקופה זו החלה נטישה הדרגתית של השריון האישי עד שבשלהי המאה השבע-עשרה, למעט כמה יחידות פרשים, אף אחד לא טרח ללבוש שריון בשדה-הקרב. שריון הגוף ננטש סופית גם על-ידי פרשים אלה (למעט לצרכי טכס) במהלך המחצית השנייה של המאה התשע-עשרה.

מקרים בהם הצליחו פרשים לעבור דרך מטר הכדורים ולהביס את הרגלים¹¹. כמו כן, עדיין נשארה בתוקף בעיית הפיקוד והשליטה – בהיותם תלויים בצעקות, חצוצרות, דגלים ושליחים התקשו מפקדים לפקד ולשלוט על כוחות מפוזרים. לסיכום, בכל התקופה הנסקרת בפרק זה, המטרות העיקריות לעברן ירו התותחים בקרבות שדה היו גושים צפופים של לוחמים רגליים או רכובים.

מ־1300 לספירת הנוצרים עד למהפכה הצרפתית (1789) היתרון הטקטי המרכזי של התותחים על יתר כלי הנשק של ימי הביניים היה הטווח שלהם והיכולת שלהם לקטול טור שלם של חיילים בכל יריה. פגיעתו של כדור תותח בגוש חיילים דמתה לפגיעתו של כדור בגוש ה'חיילים' של משחק הכדורת – הכדור חלף דרך כל החיילים שעמדו בנתיב המעוף שלו תוך שהוא הודף אותם לאחור ומעִיף את חלקי גופותיהם על שכניהם שעמדו משני צדי הנתיב. השכנים נהדפו הצדה או נרתעו הצדה מבהלה ורחפו את חבריהם הצמודים אליהם. כלומר, בנוסף להרג ולפציעת חיילים, הכדור גרם לבהלה ואובדן סדר במערך הכוח הנפגע.

חסרונות התותחים היו הקושי הרב לנייד אותם תוך כדי הקרב (מרגע שמוקם תותח גדול אי־אפשר היה להזיזו עד תום הקרב והזזת התותחים הקטנים דרשה זמן רב¹²), קצב הירי האיטי, דיוקם הנמוך וענני העשן הסמיך שיצרו בכל יריה. משום כך, התותחים הראשונים הונחו על הקרקע במקום בו יהיה להם שדה אש נוח מבלי להפריע לקשתים בשל ענני העשן שיצרו. מיעוט התותחים וקצב הירי האיטי שלהם הפכו אותם לאמצעי משני עד אמצע המאה החמש־עשרה.

במלחמת מאה השנים (1337–1453) סבל צבא צרפת מנחיתות קשה לעומת צבא אנגליה בגלל העליונות המוחלטת של חיל הקשתים האנגלי. ברבע הראשון של המאה החמש־עשרה הצטייד הצבא הצרפתי בכמות גדולה של תותחים על־מנת לפרוץ את חומות המצודות הרבות שבנו האנגלים בשטחים שכבשו בצרפת. ב־1429 התרחשה התקלות מקרית בין כוח צרפתי מצויד בתותחים לבין שיירת אספקה מאובטחת

11 אפילו במלחמת העולם הראשונה עוד הצליחו מעת לעת פרשים לכבוש יעדים עליהם הגנו רגלים חמושים ברובים, מקלעים ותותחים – דוגמא אחת היא כיבוש באר שבע על־ידי פרשים בריטים ב־1917. פרשים מילאו תפקידים חשובים גם במלחמת האזרחים ברוסיה (1917–1923) ובמלחמת פולין – רוסיה (1919–1921), ותפקיד מועיל, אם כי משני, בחזית הרוסית במלחמת העולם השנייה (1941–1945).

12 כדי להזיז תותח צריך היה לעקור את היתדות איתן קיבעו את התותחים לאדמה, לצנן את הקנה ואז לשאת אותו, את מיכלי אבק השריפה, התחמושת וציוד הטעינה לעמדה החדשה, לקבע מחדש את התותח לאדמה ורק אז יכלו להמשיך לירות.

אנגלית. המפקד הצרפתי פרס את התותחים מחוץ לטווח הקשתות האנגליות והפגיו אותם. הקרב היה מסתיים כנראה בתבוסה אנגלית מוחצת, אלא שיחידת רגלים סקוטים גולים בשרות הצרפתים הסתערה לעבר האנגלים למרות הוראה מפורשת לא להסתער. הסתערותה גררה אחריה גם את יתר היחידות הצרפתיות. ההסתערות חסמה את קו הירי של התותחים וחשפה את המסתערים למטר החצים של האנגלים. הצרפתים נהדפו באבדות כבדות ונסוגו. האנגלים ניצלו, אך נתגלתה נקודת תורפה טקטית באורח לחימתם: טווח הקשת האנגלית היה קצר מטווח התותחים החדשים! העובדה שתגלית זו לא נוצלה במשך שנים רבות מראה על חוסר הארגון והעדר המיסוד של הפקת הלקחים בצבאות צרפת ואנגליה של התקופה. מבין המצביאים הצרפתים שהשכילו להפעיל נשק חם בלטה במיוחד ז'אן ד'ארק, שמימונתה הצבאית בכלל ובהפעלת נשק חם בפרט עלתה על זו של מצביאים מנוסים ממנה. ז'אן נודעה בעיקר בהפעלת כלי ירי מסוג קלברין, דגם ביניים בין רובה לבין תותח קטן. יתרונותיו העיקריים היו, שהיה נייד יותר מהתותחים הגדולים ועוצמתו היתה חזקה יותר מאשר הרובים. רק ב־1450 התרחש הקרב המשמעותי הבא בו הפעילו הצרפתים תותחים. כוח צרפתי שמנה 3,000 לוחמים ושני תותחים נתקל בכוח אנגלי בן כ־4,000 לוחמים. הצרפתים הסתערו לעבר האנגלים ונהדפו. המפקד הצרפתי הצליח לעצור את הנסיגה מחוץ לטווח הקשתות האנגליות. בשלב זה נזכר מאן דהוא בתותחים. הם הוצבו לפני המערך המתאושש של הרגלים הצרפתים מחוץ לטווח הקשתות האנגליות, והחלו להפגיו את האנגלים. לאחר שספגו כמה מטחים החליטו האנגלים להסתער כדי להפסיק את הירי. התפתחה תגרה של לחימה פנים-אל-פנים סביב התותחים. תוך כדי לחימה זו הגיע לשדה כוח צרפתי נוסף ותקף את האנגלים מעורפם. רוב האנגלים נהרגו או נשבו. הפעם הפיקו הצרפתים את הלקחים המתבקשים. ב־1453 הטילו הצרפתים מצור על העיר קסטיון, שהיתה בידי האנגלים. הכוח הצרפתי כלל כ־300 תותחים. כוח חילוץ אנגלי צעד לעבר העיר והצרפתים נערכו להלחם בו. הם הקיפו את מחנה המצור בסוללת עפר ועל הסוללה הציבו את התותחים. האנגלים הסתערו לעבר המחנה. הם ספגו אבדות כבדות אבל הצליחו להגיע לסוללה, שם פגשו אותם הרגלים הצרפתים בקרב פנים-אל-פנים. כעבור כשעה של לחימה הגיע לשדה-הקרב כוח צרפתי נוסף ותקף את האנגלים מעורפם. שוב כותרו האנגלים והובסו.

הוספת מרכב עם גלגלים לתותחים בשלהי המאה החמש-עשרה ושכלול המרכבים הללו במהלך המאה השש-עשרה הקלו מאד על שינוי כוון הירי של התותחים הכבדים כדי להחליף מטרה או כדי לעקוב אחרי מטרה נעה. אולם, גם המרכבים החדשים היו מסורבלים מדי להזזת התותחים תוך כדי הקרב. הראשונים שהצטיידו בתותחים

ניידים היו השבדים בראשית המאה השש־עשרה – אולם, אלה היו תותחים קטנים מאוד שנועדו לירי בטווחים קרובים בלבד.

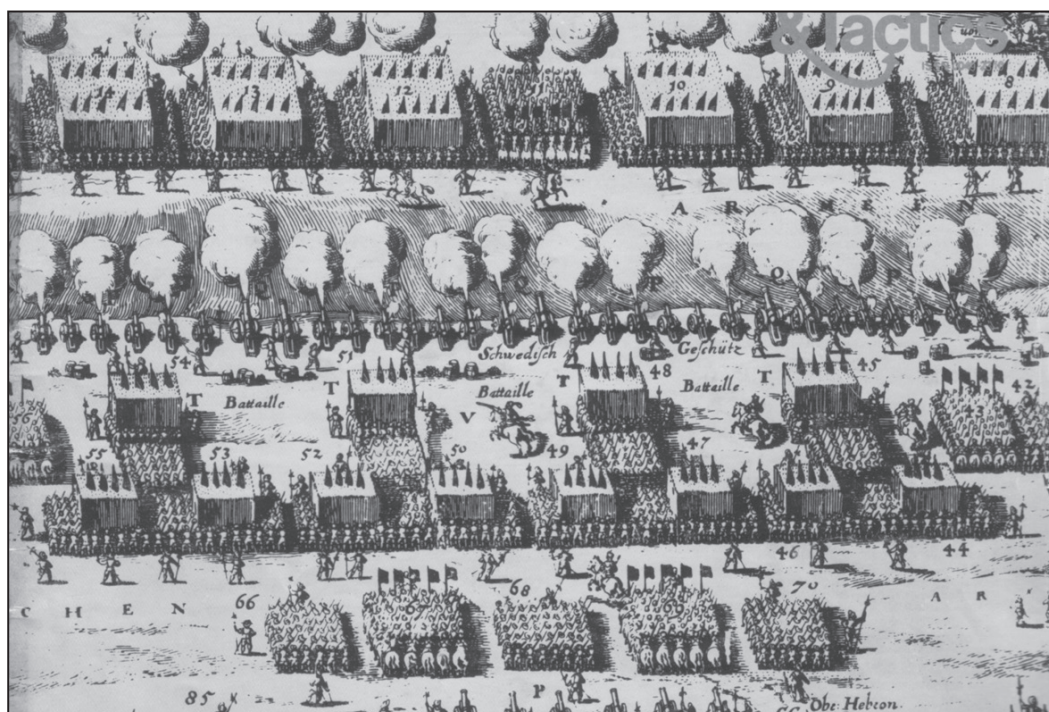
על־סמך הנסיון המצטבר נקבעו במהלך המאה השש־עשרה דפוסי פעולה קבועים:

- **הערכות לקראת קרב:** את התותחים הכבדים פרסו באופן פחות או יותר אחיד לכל רוחב חזית ההערכות של הצבא – במרחק בטוח לפני הכוחות. את התותחים הקלים חילקו בין גדודי הרגלים – לרוב בשיעור של שני תותחים לגדוד.
- **התקפה:** התוקף החל את הקרב בהפגזה מרחוק על־ידי התותחים הכבדים על־מנת לגרום לאויב אבדות כבדות ככל הניתן ולפזר את תבניות הקרב הצפופות שלו לקראת הסתערות הרגלים והפרשים התוקפים. מרגע שהרגלים והפרשים התוקפים צעדו קדימה כדי להסתער על האויב הם חסמו את קו הירי והתותחים הכבדים חדלו לירות. עד כאן היתה הפעלת התותחים וזהה בכל הצבאות. החידוש השבדי היה שהתותחים הקלים שצורפו לגדודי הרגלים שלהם נדחפו קדימה עם הגדוד, תוך שהם מנצלים עצירות בתנועה כדי לטעון ולירות לעבר האויב – באותה תקופה היה נוח יותר לטעון תותח קל מאשר רובה (שגם אותו אי־אפשר היה לטעון בתנועה) ולכן קצב הירי של התותחים הקלים היה גבוה פי 1.5 מקצב הירי של הרובים. בטווח של כמה עשרות מטרים מהאויב נהגו הרגלים לעצור, לירות מספר מטחים מהתותחים הקלים והרובים כדי לשבש את סדר מערך האויב ואז הסתערו עם נשק מגע, כשהם משאירים את התותחים הקלים בקו הירי האחרון. לאחר שחוו את עוצמת האש המלווה את ההסתערות של הרגלים השבדים בכמה קרבות במלחמת שלושים השנים (1618–1648)¹³ הועתקה השיטה השבדית בהדרגה על־ידי יתר צבאות אירופה.
- **הגנה:** המגן הגיב להפגזת התוקף בהפגזה משלו כדי לנסות לשבש את התקדמות הצבא התוקף. כאשר התקרב האויב הצטרפו לירי התותחים הקלים. צוותי התותחים של המגן המשיכו לירות על האויב התוקף עד שזה התקרב מספיק כדי להסתער עליהם ואז נטשו את התותחים ונסוגו דרך שורות הרגלים העמיתים. בשלב זה נדרשו הרגלים המגנים לצעוד קדימה כדי להגן על התותחים, למנוע מהאויב להשתלט עליהם ולסובב אותם נגדם.

13 המלחמה החלה ב־1618 כמלחמה פנימית על ירושת כס המלוכות בגרמניה, ובהדרגה גררה לתוכה מעורבות צבאית של כל מעצמות אירופה. השבדים הצטרפו ללחימה ב־1631 ויתרונם בכל תחומי תורת הקרב, כולל הפעלת תותחים, ניכרה מיד.

אין להפריז ביעילות הירי, לא של התותחים הכבדים לפני ההסתערות ולא של התותחים הקלים במהלכה. קצב הירי האיטי, הדיוק הנמוך וענני העשן הסמיך שהקשו לראות את הפגיעות, הבטיחו ששיעורי הפגיעה יהיו נמוכים למדי. בקרב פְּרִיטְסְנֶפֶלְד (1631) הפעילו השבדים כמאה תותחים שירו במשך כשעתיים על גושי הרגלים של האויב מטווח של כ-800 מטרים. אלפי הכדורים שנורו לא הצליחו לגרום נזק משמעותי לצבא האויב, צבאו של מלך גרמניה, אשר המתין בסבלנות תחת ההפגזה עד אשר קיבל הוראה לצעוד בתנועה אלכסונית דרך השטח מוכה האש, תקף את צבא הסכסונים, בעלי-הברית של השבדים והניס אותו. בהמשך הקרב, כאשר השבדים תקפו-נגד, והפעילו עשרות תותחים קלים ואלפי רובים במטחים מטווח עשרות מטרים, הם עדיין נדרשו לקרב מגע ממושך כדי להביס את האויב.

בהדרגה למדו המצביאים, שבמקום לפזר את תותחי שדה הכבדים באופן שווה לכל רוחב החזית, עדיף לרכז את רובם על שטחים גבוהים באגפים. מיקום זה איפשר ירי לרוחב החזית בלי שהכוחות הרגלים והפרשים העמיתים התוקפים יסתירו את האויב, ובאותה עת הגן על אותם כוחות עמיתים מפני כוחות אויב שמנסים לאגף



קטע מתחריט המתאר את קרב פְּרִיטְסְנֶפֶלְד 1631

אותם. יתרון נוסף היה זווית הפגיעה של הקליעים, אשר כעת 'חרשו תלמים' דרך תבנית האויב בקו אלכסוני במקום בקו ניצב, ולכן פגעו ביותר חיילי אויב וגם הפחידו יותר מחבריהם. עוד יתרון היה בשיפור השליטה באש – הצבת קבוצות של תותחים סמוכים זה לזה ב-'סוללה' איפשר להגדיר מפקד שיתאם את הירי שלהם, לפצל את הירי בין מטרות שונות או לרכז את הירי של כל התותחים בסוללה על מטרה אחת. מספר התותחים בסוללה לא היה קבוע, מבודדים ועד כמה עשרות – בהתאם לגודל תואי-השטח עליו הוצבו וחלוקת המאמץ שרצה המצביא העליון ליצור. הקמת יחידות תותחים תקניות קבועות (מחלקות ופלוגות) החל מאמצע המאה השמונה-עשרה הקל מאד על השליטה בכוחות אלה משום שהעניקה למפקד הסוללה הזמנית (שכעת הורכבה ממספר מחלקות או ממספר פלוגות במקום ממספר תותחים עצמאיים) מדרג פיקודי שפישט את מוטת השליטה שלו. שיטה זו הקלה גם על מפקד הקרב להגדיר מאמצים בגודל שונה מול גזרות שונות בחזית – בגזרת המאמץ העיקרי תוצב הסוללה הגדולה ביותר.

לקראת סוף המאה השבע-עשרה, לאחר שיפורים נוספים במבנה המרכבים ובדרכי רתימת התותחים לסוסים, החלו להקצות תותחים קלים גם לפרשים (הבריטים כינו תותחים אלה 'תותחי דהירה'). כשהוטל על הפרשים להסתער על יחידת אויב, התותחנים רכבו איתם עד לקו תחילת ההסתערות¹⁴, פרסו את התותחים ופתחו באש. לאחר שמפקד הפרשים העריך שסדר ההערכות של האויב משובש דיו חדלו התותחנים לירות והפרשים הסתערו. הצלחת התותחים היתה תנאי להצלחת הפרשים – כוח רגלי צפוף ומסודר היה חסין כמעט לחלוטין מפני הסתערות פרשים.

השיפור בניידות התותחים, הן הכבדים והן הקלים, העניק גם יכולת חדשה – החזקת עתודה של תותחים בעורף המערך ושילוחם תוך כדי הקרב לתגבר גזרת הגנה העומדת בפני משבר או לרכז בהפתעה מאמץ אש בגזרת התקפה נבחרת. הריכוזים הניידים הללו, ה-'סוללות', היו לרוב קטנים – 2 עד 10 תותחים, אולם מעת לעת רוכזו 'סוללות-גדולות' שמנו 15 עד 25 תותחים. ככל שהשתפרו מרכבי התותחים ושופרה הניידות צורפו תותחים כבדים יותר (ולכן יעילים יותר) לעתודה הניידת ולגדודי הרגלים והפרשים. לקראת אמצע המאה השמונה-עשרה היו תותחים אלה

14 בניגוד למקובל בסרטי קולנוע, על מנת לשמור על רעננות סוסיהם, פרשים מסתערים יצאו לעבר האויב בהליכה עד לטווח של מספר מאות מטרים ממנו, אז עברו לריצה קלה ורק בעשרות המטרים האחרונים עברו לדהרה. לרוב קו הפריסה של התותחים המלווים את הפרשים היה בין קו המעבר מהליכה לריצה קלה לבין קו המעבר מריצה קלה לדהירה. תותחני הפרשים נדרשו להגיע לעמדות שנקבעו להם, להתפרס ולהתחיל לירות לפני הגעת יתר הפרשים.

כפולים בעוצמתם מאשר התותחים במחצית הראשונה של המאה השבע-עשרה¹⁵. השיפור בניידות התרחש במקביל לשיפור בקטלניות עם כניסתם לשימוש של אשכולות הקליעים. ככל שקוטר התותח היה גדול יותר מספר הכדורים הכלולים באשכול הקליעים היה גדול יותר. אולם, כיוון שהטווח היעיל של תחמושת זו היה קצר מאד (כמה מאות מטרים בלבד) רק תותחים ניידים יכלו להשתמש בה בהתקפה. תותחים כבדים יכלו להשתמש באשכולות קליעים רק כאשר האויב הסתער לעברם. משום כך, ככל שהשתפרה היכולת לנייד תותחים גדולים יותר הפכה שיטת קידום התותחים לעבר האויב ליעילה יותר וקטלנית יותר, עד כי התותחים נהיו לנשק הקטלני ביותר בשדה-הקרב ולכן תפקידם של התותחים בניהול הקרב הפך למרכזי יותר.

במחצית הראשונה של המאה השמונה-עשרה התנהל ויכוח על המטרה המועדפת לירי התותחים – האם להתמקד בפגיעה בתותחי האויב (כוחות האש), או, שמא עדיף למקד את הירי ברגלים ובפרשים (הכוחות המתמרנים) שלו?

אלה שתמכו במיקוד אש התותחים לעבר תותחי האויב טענו, שמשום שהתותחים גורמים לרוב הנפגעים, ירי לעבר תותחי האויב נועד להגן על הרגלים והפרשים העמיתים על-ידי צמצום עוצמת האש של האויב. המתנגדים לגישה זו טענו, שחשוב יותר להביס את הרגלים והפרשים של האויב, וכי אז תותחי האויב, שיכולתם להגן על עצמם מוגבלת מאד, יהיו טרף קל לפרשים העמיתים.

המצביאים המובילים של התקופה – ובראשם פְּרִיֶדְרִיך הַגְדוֹל מלך פרוסיה – הכריעו לטובת מיקוד הירי לעבר הכוחות המתמרנים של האויב, משום שזו תהיה הדרך המהירה ביותר לנצח בקרב.

מלחמות המהפכה הצרפתית ומלחמות נָפּוֹלֵיאון (1792-1815) המהפכה הצרפתית גררה אחריה סדרה של מלחמות בין צרפת לבין כל יתר מעצמות אירופה מ-1792 עד 1815. במלחמות אלה הגיע מעמדו של התותח לשיא חדש – הוא הפך לכלי הקטל הראשי ולקובע תוצאות הקרבות.

15 גודלו של תותח נמדד במשקל הכדור שירה – התותחים הקלים שהוקצו לגדודי הרגלים השבדים ב-1631 ירו כדורים במשקל 3 ליטראות (1.36 קילוגרמים) ורוב התותחים הכבדים הניחים ירו כדורים במשקל של 12 ליטראות (5.45 קילוגרמים). באמצע המאה השמונה-עשרה התותח הטיפוסי בגדוד רגלים ירה כדור במשקל 6 ליטראות (אם כי עדיין היו בשרות הרבה תותחים קטנים יותר – 3 ליטראות ו-4 ליטראות וידועים מקרים בהם הוקצו לגדודי רגלים אפילו תותחים גדולים יותר, שירו כדור במשקל 9 ליטראות), ותותחים שירו כדורים במשקל 12 ליטראות כבר היו ניידים מספיק כדי לשנות הערכות מספר פעמים במהלך קרב שנמשך כמה שעות.

הפעלת תותחים בהגנה

צבא בהגנה לרוב פרס את תותחיו באופן פחות או יותר אחיד, בסוללות של 4 עד 6 קנים, לרוחב החזית תוך החזקת עתודה גדולה מאחור.

במידת האפשר הוכנו עמדות חפורות לתותחים כדי לשפר את שרידותם באמצעות הערמת סוללות עפר או הסתרת התותחים בצמחייה עבותה, מאחורי גדרות חיות או קירות אבן וכדומה. המרחק המקובל בין הסוללות היה 400 עד 600 מטרים ובכל מקרה לא יותר מ-800 מטרים כדי לאפשר סיוע הדדי ביניהן. בסמוך לכל סוללה הוצבה יחידת רגלים כדי להגן עליה מהסתערות של רגלים או פרשים של האויב.

לפני הקרב נהוג היה למקם את התותחים בעמדות המתנה מוסתרות מעיני האויב. רק לאחר שהאויב התקרב לטווח של 1,000 עד 1,100 מטרים גלגלו התותחנים את תותחיהם קדימה לתוך העמדות שהוכנו ופתחו בירי. במידת האפשר הכינו מראש סמני טווח בשטח – פריטי נוף כולטים בשטח (בתים או עצים יוצאים דופן) או מוטות סימון שתקעו באדמה בצורה שהתותחנים ראו אותם תוך נסיון להסתירם מעיני האויב.

בהגנה על כפרים, פאתי ערים או יערות, הוצבו התותחים בשטח השולט על השטחים הבנויים או המיוערים ולא בתוכם, על-מנת להבטיח קו ירי נקי ממכשולים.

בהגנה על מעברים הכרחיים דרך מכשולים (גשרים וכדומה) הוצבו התותחים בטווח של כ-300 מטרים מהמעבר כדי לאפשר שימוש מיטבי באשכולות קליעים.

למרות המצאתם של תותחי הוביצר, שירו פגזים במסלול מעוף תלול ואיפשרו ירי אל שטחים מתים, לא היה נהוג לירות כך למעט על מצודות וערים. הירי התנהל בכינון ישיר בלבד ולעבר מטרות נצפות בלבד. רק לתותחים מסוג הוביצר היו, בנוסף לתתחמושת כדורית ואשכולות קליעים גם פגזים נפיצים.

עתודת התותחים הניידת הופעלה על-ידי המפקד בהתאם לצורך, כדי לתגבר גזרה מותקפת שנראה היה שהכוחות המגנים נהדפים אחורה או כדי לרכז כוחות אויב לקראת התקפת-נגד. העתודה יצאה ממחבואה בדהרה, נערכה על התואי שבחר המפקד ופתחה בירי מרוכז לעבר האויב. בתום המשימה השתדלו להסיג אותה חזרה למחבוא.

הפעלת תותחים בהתקפה

ההתקפה החלה בירי של התותחים היחידתיים לכל רוחב החזית. לאחר שבחר את גזרת ההסתערות העיקרית שלו, התוקף הניע לשם את עתודת התותחים, שהמתינה עד אז מאחור, ופרס אותה כסוללה-גדולה בגזרה זו בטווח של בערך 1,100 מטרים מהאויב. התותחים נפרסו בצפיפות מרבית בערך 100 מטרים לפני גדודי הרגלים העמיתים

הממתינים להסתער. במידת האפשר פרסו את התותחים באגפי ציר ההתקדמות המתוכנן כדי ליצור ירי צולב על יחידות האויב המותקפות.

לאחר כמה מטחים בקצב מרבי החלו התותחנים לקדם את תותחיהם לעבר האויב בשיטת ה'עֲקָבוֹת'. הם רתמו בערך חצי מכוח התותחים לסוסים והתקדמו כ־150 עד 300 מטרים לעבר האויב בעוד יתר התותחים ממשיכים לירות. לאחר שהתותחים שנעו קדימה התמקמו ופתחו בירי, קודמו התותחים שנשארו מאחור, חלפו על־פני התותחים היורים והתמקמו כ־150 עד 300 מטרים לפניהם, וכך חוזר חלילה עד שהתותחים הקרובים ביותר היו בערך 300 עד 400 מטרים מהאויב (במקרים חריגים אפילו קרוב יותר) – הטווח היעיל לאשכולות קליעים, התחמושת היעילה ביותר של התותחים, אבל מחוץ לטווח היעיל של הרובים של האויב (כ־100 מטרים). תוך כדי התקדמות הוחלפה התחמושת הנורית – בטווח רחוק מ־500 מטרים התותחים הרגילים ירו קליעים כדוריים בקוטר מלא ותותחי ההוביצר ירו פגזים מתפוצצים ובטווח קרוב מזה ירו אשכולות קליעים.

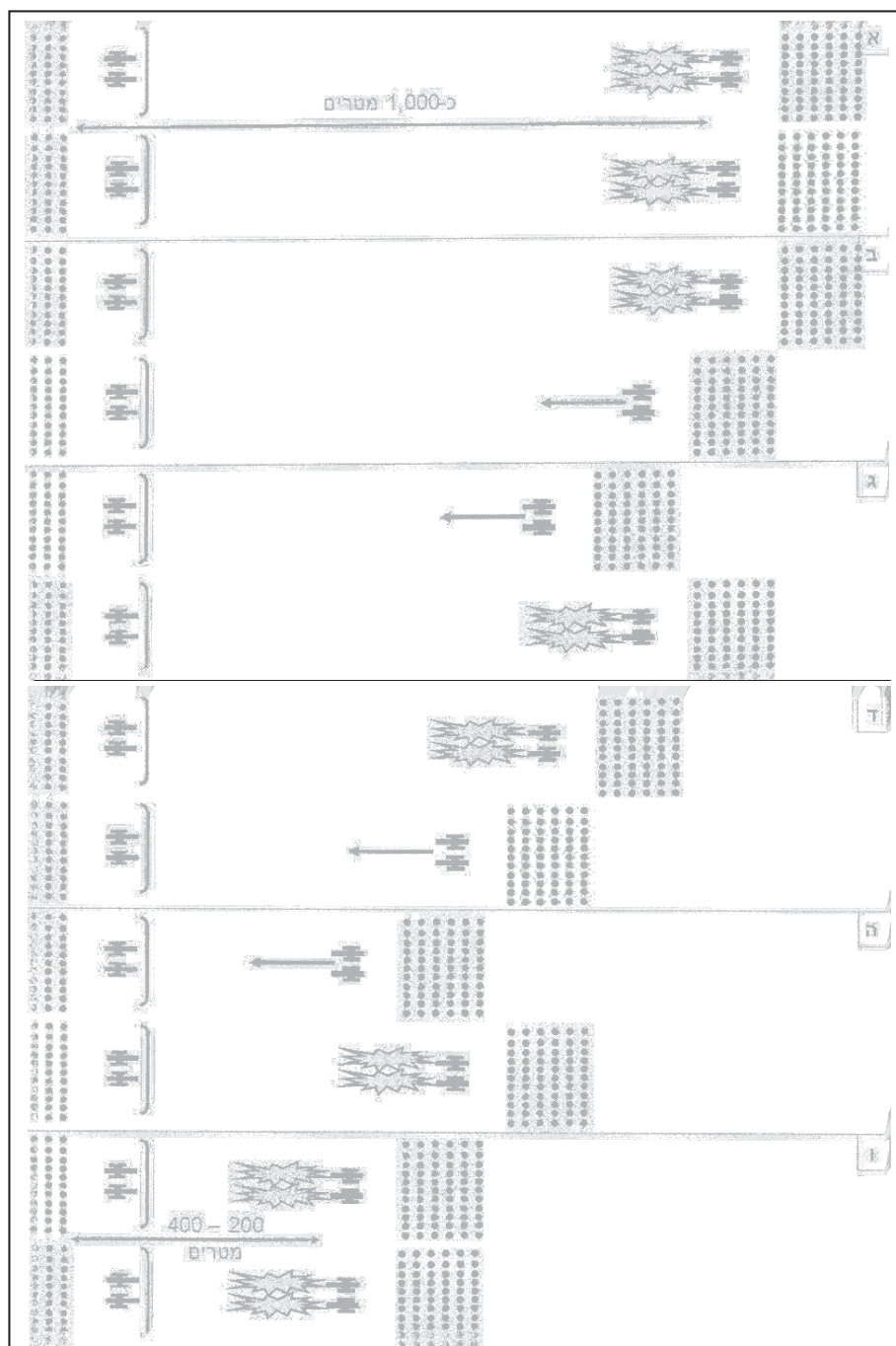
לאחר שכל התותחים הגיעו לקו הירי הקרוב ביותר לאויב, הם ירו מספר מטחים בקצב מרבי. אם לאויב היו תותחים בגזרה המותקפת, אלה הפכו למטרה העיקרית של התותחים של התוקף – עד ששותקו. הסיבה להיפוך המטרות היה שבטווח קצר תותחי המגן היו מסוגלים לשבור את הסתערות רגלים על־ידי ירי תחמושת רסס. אחרי ששותקו תותחי המגן הקרובים חזרו התותחים של התוקף לירות על הרגלים של המגן עד שהרגלים העמיתים חלפו ביניהם וחסמו את קו הירי.

הפעלת תותחים בנסיגה

משימת התותחים בנסיגה היתה לחפות זמן רב ככל האפשר על נסיגת יתר הכוחות (למעט הכוח שהוקצה לאבטח אותם) ולסגת רק כאשר האויב איים להסתער ישירות עליהם. נסיגת התותחים התבצעה בצורה דומה להתקדמות ב'עֲקָבוֹת' שתוארה לעיל – חלק מהתותחים המשיכו לירות וחלק נסוגו לעמדה אחורית, אחר־כך ירו התותחים מהעמדה האחורית והתותחים שנשארו מלפנים נסוגו וכן הלאה.

אם לא היו מספיק סוסים לגרור גם את התותחים וגם את עגלות התחמושת וציוד העזר, נטשו את התחמושת ואת ציוד העזר וגררו את התותחים בלבד.

במקרים בהם נאלצו לנטוש את התותחים הוטל על הצוותים לחבל בהם על־ידי תקיעת יתד מתכת לתוך חריר ההצתה של התותח, כך שאי־אפשר יהיה להשתמש בו אלא לאחר שליפת היתד – מלאכה שדרשה משלוח התותח לסדנת תיקונים בעלת כלים מיוחדים.



תרשים הסתערות תותחים בשיטת 'עקבות'

חידושים צרפתיים ויהודיים בהפעלת תותחים (1763-1815)

תורת הפעלת התותחים שהוצגה לעיל איפיינה את כל הצבאות שהשתתפו במלחמות המהפכה הצרפתית ומלחמות נפוליאון. אולם, אחד היתרונות המובהקים של הצרפתים על יריביהם במשך כל המלחמות הללו היה הפעלה עדיפה של חיל התותחנים שלהם. חיל התותחנים הרוסי היה הגדול ביותר באירופה, אולם חיל התותחנים הצרפתי היה היעיל ביותר. בחלקה נבעה עדיפות חיל התותחנים הצרפתי מתגולות לחימה משופרות – כלומר, הצרפתים ידעו לבצע את כל מה שעשו יריביהם טוב יותר ומהר יותר. סיבה נוספת לעדיפות הצרפתית היתה מספר חידושים ויהודיים שהכניסו לתורת הלחימה, שיריביהם לא הצליחו להעתיק או שהצליחו להעתיק רק בשלהי התקופה. מובילי החידושים הללו היו ג'יבר ודו ט'יי, שני קצינים ותיקים בצבא המלכותי לפני המהפכה הצרפתית, ותלמידם המפורסם נפוליאון. נפוליאון, גדול המצביאים של תקופתו ואחד הגדולים בכל תולדות המלחמות, החל את שרותו הצבאי כקצין זוטרי בחיל התותחנים הצרפתי. הוא הוכשר וחונך על ברכי תורתם של ג'יבר ודו ט'יי והיה למיישם העליון שלה. בפרוץ המהפכה בצרפת (1789) היה בדרגת סגן, אך קודם במהרה לגנרל ולבסוף תפס את השלטון ואף הכתיר עצמו לקיסר צרפת. גם בהיותו ראש המדינה המשיך להנהיג בעצמו את הצבא כמפקד מערכתי וטקטי.

החידוש הראשון של ג'יבר ודו ט'יי נועד ליעל את מיצוי עוצמת התותחים המצויה בידי המצביא.

בסכמו את לקחי סדרת המלחמות שהתנהלו באירופה במהלך המחצית הראשונה של המאה השמונה-עשרה, כתב ג'יבר, ש-"ייעודם של התותחים אינו להרוג חיילים לכל רוחב חזית האויב, אלא למוטט חזית זו, להשמיד חלקים ממנה... כך משיגים התותחים תוצאות מכריעות, הם יוצרים פירצה". דו ט'יי טען ש-"עלינו לרכז את מירב החיילים ואת מירב התותחים בנקודות בהן אנו רוצים להסתער על האויב, בעודנו יוצרים אשליה שבכוונתנו לתקוף בנקודות אחרות...". עד כאן לא היה חידוש משמעותי.

הבעיה היתה שפריסת התותחים היתה גלויה לעיני האויב וכבר בשלב המקדים לקרב האויב יכול היה לראות, לפי חלוקת התותחים בגזרות השונות, את חלוקת המאמצים המתוכננת ולהערך בהתאם. כדי להפתיע את האויב ולשמור בידיהם גמישות בניהול הקרב נהגו מצביאים להסתיר מאחור עתודה גדולה של תותחים ניידים עד זמן קצר לפני שהחליטו ליזום את המאמץ העיקרי – אז נשלחה עתודת התותחים לתגבר את הסוללה המסייעת למאמץ זה. אבל, בשיטה זו, שיעור גדול מהתותחים לא השתתפו בקרב מתחילתו. דו ט'יי ועמיתיו בצבא הצרפתי ראו בכך בזבוז של עוצמה. שיפור הניוד של תותחי שדה הכבדים והמבנה הארגוני החדש של חיל התותחנים ביחידות קבועות איפשרו, בתנאי שצוותי התותחים אומנו כיאות, פתרון חדש – הצבת רוב

התותחים בחזית בריכוזים סוללתיים, חוץ מעתודה קטנה שתשמש כמענה למצבי חרום. תוך כדי הקרב יכול היה המפקד להעביר יחידות תותחים מגזרה לגזרה בתנועה רוחבית, ליצור ולפרק סוללות-גדולות, ועל-ידי כך לשנות את מאמץ האש העיקרי בשלבים שונים של הקרב. שיטה זו איפשרה הן מיצוי מלא יותר של מצבת התותחים במשך כל הקרב, הן הטעיית האויב באשר לכוון המתוכנן של מאמץ ההתקפה העיקרי, והן שינוי כוון המאמץ העיקרי לגזרה חדשה אם נראה היה למפקד שהוא עומד להכשל או שזיהה הזדמנות לא מתוכננת. כדי ליישם את התפיסה החדשה פיתחו הצרפתים תרגולות קיפול ופריסה מהירות לתותחים ואימנו את צוותי התותחים שוב ושוב בביצוען. המגנן הארגוני והפיקודי שיצר גִּרְבוֹנָאֵל, קצין התותחנים הראשי של הצבא הצרפתי מ-1776 עד פטירתו ב-1789, איפשר פיקוח ותיאום של התנועות הרבות, הקמתן ופירוקן של הסוללות והסוללות-הגדולות הזמניות על בסיס הגדודים והפלוגות התקניים מבלי לאבד שליטה. בכל אוגדה או גיס שתוגברו בתותחים נוספים היה קצין תותחנים שידע לקלוט את יחידות התותחים המגיעות לגזרתו, לארגן אותן כסוללה-גדולה בשליטה שלו ולהפעיל אותן על-פי תוכנית הפעולה של מפקד האוגדה או הגיס. הפעלה רציפה של התותחים לכל אורך הקרב עוררה חשש בלבם של רוב המפקדים מכך שהתחמושת תאזל במהלך הקרב. כדי למנוע סכנה זו נהגו להקצות תחמושת בכמות מדודה לכל מטרה ושמרו מלאי של תחמושת להמשך הקרב. נְפּוֹלִיאוֹן כפר בגישה זו. הוא דרש מתותחניו לירות בקצב מרכי לכל אורך הקרב וכדי להבטיח אספקה סדירה של תחמושת הגדיל את מערך תובלת התחמושת בכל יחידת תותחים ובשיירות האספקה הכלליות של הצבא.

כלקח מהנסיון המבצעי המצטבר בקרבות הרבים שניהל, הקפיץ נְפּוֹלִיאוֹן את רעיון הסוללה-הגדולה למדרגה חדשה של עוצמה – תחילה הסתפק בסוללות-גדולות מצומצמות יחסית – בדרך-כלל 15 עד 25 תותחים, כפי שהיה מקובל בכל הצבאות. ב-1807 בקרב פְּרִידְלַנְד ריכוז סוללה-גדולה חריגה בגודלה – 48 תותחים. אולם, גם חריגה זו לא היתה ללא תקדים. השינוי התפיסתי החל ב-1809, בקרב וּנְאָגֶרֶם, הוא ריכוז בבת אחת 112 תותחים בסוללה-גדולה אחת כדי לבלום הסתערות של גיס רגלים אוסטרי. בשלב אחר באותו קרב הופעלה סוללה-גדולה חריגה בגודלה גם בהתקפה – 60 תותחים נשלחו בראש הסתערות של גיס רגלים צרפתי. 15 תותחים נפגעו תוך כדי ההתקדמות אבל היתר הגיעו לטווח קצר מהאויב והפגזו אותו. במהלך ההפגזה הם תוגברו בהדרגה בעוד כ-45 תותחים, כך שבסופו של דבר מנתה הסוללה-הגדולה הזו כ-90 תותחים. בקרב בּוּרֹדִינֹו (1812) ריכוז נְפּוֹלִיאוֹן בערך 200 תותחים מול קטע אחד במערך הרוסי בנסיון להבקיע אותו. עוצמות אלה היו ללא תקדים והממו את האויב. לדברי נְפּוֹלִיאוֹן, "בקרב שדה, כמו בקרב מצור, תמצית המיומנות [של המצביא]



לוח קדמי של שריון גוף של פרש שנפגע מכדור של תותח

היא לרכו כמות גדולה של אש על נקודה אחת. משהחל הקרב, מי שיש לו הכושר להנחית ריכוז פתאומי ובלתי צפוי של אש תותחים בנקודה הזאת, מבטיח את נצחונו". במקום אחר ציין, שכמו בקרב מצור גם בקרבות שדה על המפקד "לרכו את האש בנקודה אחת. מרגע שנוצרה הפירצה מופר האיזון וכל היתר כבר מאבד את השפעתו". ריכוז התותחים בסוללה גדולה מבטיחה ש"איש לא יעמוד מנגד, בעוד שאותו מספר תותחים מפוזרים לרוחב החזית לא ישיגו תוצאה זהה".

סיכום

אפשר לצייר קו ישר של התפתחות הדרגתית מהתותחים הראשונים שהומצאו במהלך ימי הביניים ועד לתותחים ששימשו את הצבאות בראשית המאה התשע-עשרה. ההתפתחות הזו הפכה את התותח בהדרגה מכלי נשק משני, שתועלתו לא היתה ברורה, לכלי ההכרעה המרכזי בשדה הקרב, מכוח מסייע ניח לכוח מתמרן המופעל במרוכז בגזרת המאמץ העיקרי. יעילות התותחים וחשיבותם המכרעת באו לידי ביטוי בכך שהם גרמו לכ- 50% מהנפגעים בקרבות השדה של שלהי המאה השמונה-עשרה וראשית המאה התשע-עשרה.

מבחינה טכנולוגית ההתפתחות היתה בעיקרה בניידות התותח. החשיבות העיקרית של שיפור הניידות לא היה בהעברת התותחים משדה קרב אחד למשנהו (ניידות מערכתית), אלא בהזזת התותחים בתוך שדה הקרב (ניידות טקטית) כדי שהמפקד יוכל לשנות את כוון ההפעלה של התותחים על-פי הצורך הטקטי המתפתח.

מבחינה ארגונית ההתפתחות היתה בעיקרה מעבר מארגון אזרחי חיצוני, שנשכר כקבלן זמני, למסגרת חילונית מסודרת בתוך הצבא, בעלת שרשרת פיקוד ויחידות תקינות. שינוי זה שיפר בעיקר את היכולת לנייד את התותחים תוך כדי הקרב ואת היכולת לרכז עוצמת אש בנקודה נבחרת – אבל, לא פחות חשוב מכך, הוא שיפר את היכולת להשתמש בתותחים בנחישות גם מול אויב שסיכן את הצוותים המפעילים את התותחים.

מבחינה תורתית התאפיינה ההתפתחות בארבעה תחומים:

- **בחירת המטרות:** החלטה למקד את ירי התותחים ברגלים ובפרשים של האויב (הכוחות המתמרנים) ולא בתותחי האויב (כוחות האש).
- **הפעלה ריכוזית:** החלטה לרכז תותחים על־מנת לרכז אש על קטע נבחר ממערך האויב – תחילה 'הסוללה', בהמשך 'הסוללה־הגדולה' הרגילה ובסוף ב'סוללה־גדולה' ענקית. בשלהי המאה השמונה־עשרה, כדי ליעל את הפעלתו של ריכוז התותחים, הצרפתים מינו מפקד תותחנים ראשי לכל כוח עצמאי, שיפעיל את יחידות התותחים כמו כל יחידת תמרון רגילה. בשלב מסוים הצרפתים אף הגזימו בעניין זה, אספו את כל התותחים המוקצים בקביעות לגדודים ולחטיבות הרגלים והפרשים והכפילו גם אותם למפקד התותחנים הכללי. לאחר מספר מערכות בהן ניסו שיטה זו החליטו שזהו ריכוז מוגזם הפוגע בצרכי החטיבות והגדודים. לאור זאת, הקצו שוב לכל גדוד מחלקה קבועה בת 2 תותחים ולכל חטיבה הקצו סוללה קבועה בת 6 תותחים לצורך סיוע ישיר למסגרות אלה. הצרפתים היו חריגים ביכולת הארגונית של ריכוז התותחים – ביתר הצבאות הסתפקו בריכוז תותחים במרחב אחד מבלי להקצות מפקד שולט אחד על הסוללה־הגדולה. בצבאות אלה כל יחידת תותחים שהוקצתה לאותה סוללה־גדולה ניהלה את הירי שלה עצמאית – משמעותה המבצעית של הסוללה הגדולה התמצה במיקום יחידות התותחים הללו זו בצד זו כדי שתהיינה מכוונות לאותו כוון כללי.
- **כוח מסייע לעומת כוח מתמרן:** מכוח נייח, שהנחית אש על האויב מרחוק, עברו לשימוש תוקפני יותר בתותחים על־ידי גלגולם לעבר האויב בשיטת ה'עקבות' עד לטווח של כמה מאות מטרים בלבד. עם זאת, התותחים עדיין נחשבו לכוח מסייע ולא לכוח מסתער משום שנמנעו ממגע פנים־אל־פנים עם האויב.
- **תמרון טקטי:** שימוש בתותחים ככוח מתמרן יחד עם הרגלים והפרשים. ברוב הצבאות ריכוז התותחים הושג על־ידי כך שהמפקד החזיק עתודה של תותחים אותה הטיל לקרב ברגע שזיהה בגזרה כלשהי את ההזדמנות ההתקפית המתאימה או את הצורך ההגנתי הדחוף. מרגע שהוטלה עתודת התותחים התקשו המפקדים לשנות את כוון ריכוז האש ולכן ההחלטה להטיל את העתודה היתה כבדת משקל.

הצרפתים העדיפו להפעיל את רוב תותחיהם מתחילת הקרב ואימנו את הצוותים לנתק מגע ולהחליף גזרת פעולה תוך זמן קצר יחסית – בדרך זו השיגו יכולת ייחודית: עם פחות תותחים יכלו להשיג עוצמת אש זהה לזו של האויב (שהחזיק חלק מתותחיו מאחור) ויכלו להסיט את מאמץ האש העיקרי שלהם תוך כדי קרב כמו כל כוח מתמרן. כיוון שריכוז אש התותחים היה תנאי לקביעת כוון ההתקפה של הצבא כולו, יכלו הצרפתים, בניגוד ליתר הצבאות, לשנות את תוכנית ההתקפה שלהם מספר פעמים תוך כדי קרב, לסכל איומים ואף לנצל הזדמנויות.

יודגש, כי למרות שמבחינה טכנולוגית כבר היתה יכולת בסיסית לבצע ירי בכינון עקיף על כוחות אויב המסתתרים מאחורי קווי רכס באמצעות תותחים מדגם הוביצר, הרי שאף מפקד לא השתמש ביכולת זו למעט בקרבות מצור – כאשר מיקום המטרה היה פחות או יותר ידוע גם ללא קשר עין. בכל יתר המצבים הצבאות הקפידו על ירי בכינון ישיר בלבד.

בעיני המצביאים של המחצית השנייה של המאה השמונה-עשרה הפך חיל התותחנים מחיל מסייע לחיל מכריע. כפי שניסח זאת נפוליאון – "קרבות מוכרעים על-ידי תותחים". על-כן שאפו מצביאים אלה להגדיל ככל הניתן את חיל התותחנים: הצבא הרוסי הוביל את אירופה ברכש תותחים – הוא הצטייד ב-6 תותחים על כל 1,000 חיילים. נפוליאון רצה יחס של 5 תותחים לכל 1,000 חיילים, אבל, בשל מגבלת תקציב, נאלץ להסתפק בדרך-כלל בלא יותר מ-2 תותחים לכל 1,000 חיילים ורק במקרים חריגים הצליח להצטייד ב-3 עד 3.5 תותחים לכל 1,000 חיילים.

עם זאת, יש לזכור שיעילות התותחים נבעה בראש ובראשונה מסוג המטרות עליהן ירו – תבניות צפופות של רגלים או פרשים. נגד רגלים או פרשים מפורזים יעילותם היתה מועטה והם היו פגיעים מאד להסתערות. למזלם של התותחנים, תנאי הלחימה של התקופה אילצו את הרגלים ואת הפרשים להתקבץ כדי להבטיח את יעילותם הקרבית שלהם עצמם:

- הרובים של הרגלים היו כלי-כך לא מדויקים שרק עמידה צפופה איפשרה להם להתגונן מפני הסתערות פרשים וליצר מטח שהיה לו סיכוי סטטיסטי לפגוע במטרה כלשהי.
- כלי נשקם האישיים של הפרשים (הרומח, החרב והאקדח) היו יעילים עוד פחות. כאשר תקפו אויב מפורז היתה זו תנופת ההדירה שאיפשרה להם להגיע אל לוחמי האויב ולרמוס, לדקור או לשסף אותם מטווח אפס. על אויב ערוך בתבנית צפופה יכלו הפרשים לגבור רק עם דהרתם לקראתו הפחידה את חייליו וגרמה להם להתפזר לפני שנוצר המגע, אחרת סוסייהם היו עוצרים או סוטים הצידה על דעת עצמם. כדי

להגביר את חששות האויב שהסוסים עומדים לרמוס אותו וכדי למנוע מהסוסים לסטות, נהגו לצופף את הפרשים כך ש"מגפיהם נגעו זה בזה".

תכונות אלה של החילות השונים היוו את היסודות עליהן תכננו מצביאים מצליחים את מאפייני שיתוף-הפעולה בין החילות:

- תפקידם של הפרשים היה לגרום לאויב להצטופף כדי שיהוו מטרה נוחה לתותחים.
- תפקידם של התותחים היה לקטול מספרים גדולים של לוחמי האויב כדי שיהוו יעד נוח להסתערות הרגלים או הפרשים.
- לאחר שהתקפת הרגלים גרמה לאויב להתפזר ולסגת – הסתערו דרכו הפרשים על-מנת להשלים את השמדתו.

גדולתו של נפוליאון כמצביא טקטי נבעה במידה רבה מכשרונו הייחודי לנתח את הקרקע בהינף מבט, לזהות את העמדות הטובות ביותר לתותחים ולתזמן את סדרת המהלכים שימצו את שיתוף-הפעולה בין החילות – כולל שינוי הערכות התותחים כדי ליצור את מאמצעי האש המרוכזים שפתחו את הדרך לחילות האחרים.

מהפכת המאה התשע־עשרה

במהלך המאה התשע־עשרה התרחשה מהפכה בכל אמצעי המלחמה:

- מ־1800 עד 1900 הצבאות גדלו פי עשרה;
- הומצאה הרכבת, שבאמצעותה ניתן היה להוביל משאות כבדים על־פני מאות קילומטרים בזמן קצר פי עשרה מצעידה רגלית או רכובה על סוסים;
- הומצאו הטלגרף ואחר־כך הטלפון להעברת מידע בחלקיק מהזמן שנדרש לשליח;
- כלי הירי התעצמו – הטווח שלהם הוארך פי עשרה, קצב הירי הוכפל פי כמה, הדיוק שופר לאין ערוך וקטלניות הפגיעה הוכפלה גם היא.

ההתפתחות הטכנולוגית היא שהכתיבה את השינויים בתורת ההפעלה של התותחים וחלקם היחסי בקרב. מבחינת ההתפתחות בטכנולוגיה של התותחים נחלקת המאה התשע־עשרה לשני שלבים עיקריים:

- מ־1815 (סיום סדרת המלחמות שהחלה בעקבות המהפכה הצרפתית ועלייתו לשלטון בצרפת של נפוליאון) עד 1866 (מלחמת אוסטריה פרוסיה).
- מ־1866 עד 1899 (סיום המאה).

1815-1866

טכנולוגיה

בתקופה הראשונה שכלול התותחים היה בעיקר בתחום התחמושת הנפיצה – שופרו האמינות (צמצום מספר הנפלים) והקטלניות (הוגדלו כמות הרסיסים וצפיפותם). מכל יתר הבחינות התותחים נותרו בעלי ביצועים דומים לתותחים של שלהי המאה השמונה־עשרה.

העמידה במקום היתה לרועץ ביכולת מיצוי עוצמת התותחים משום שבאותה עת התרחשו מספר שכלולים שהובילו לקפיצת־מדרגה בביצועי הרובים:

- הטווח היעיל של הרובים הוכפל מבערך 100 מטרים לכדי 500 עד 600 מטרים. טווח זה היה דומה לטווח המרבי של אשכולות הקליעים שירו התותחים וארוך מהטווח היעיל שלהם.

- קיצור משך הטעינה של רובים נטעני לוע בשליש עד חצי וצמצום שיעור כשלי הירי ברבע. ב־1851 הצטייד הצבא הפרוסי ברובים נטענים מהברית, שקצב הירי שלהם היה פי שניים אפילו מהרובים נטעני הלוע המשופרים. יתר הצבאות החלו להצטייד ברובים נטענים מהברית רק אחרי שהפרוסים הוכיחו את יעילותם במלחמותיהם נגד דנמרק (1864) ונגד אוסטריה (1866).



תותח שדה נטען־לוע מאמצע המאה התשע־עשרה

תורת לחימה

משמעות שכלול הרובים היתה, שחיל הרגלים יכול היה להתגונן ביעילות נגד התותחים – טכניקת ההתקפה המקובלת והיעילה של קידום התותחים בהדרגה לטווח היעיל של אשכולות הקליעים הפכה למשימת התאבדות. צוותי התותחים והסוסים הגוררים נקטלו על־ידי הרובאים בעת שניסו להתקדם ונערכו לירות. ירי התותחים מחוץ לטווח הרובאים היה בלתי־יעיל. הרובאים נשכבו וקליעי התותחים חלפו מעל לראשיהם. השיפור בפגזים נפיצים נשא בחובו פתרון אפשרי למצב זה – אבל למרות השיפורים עדיין יעילותם היתה פחותה מזו של אשכולות הקליעים. מנגד, יעילות התותחים בהגנה לא הצטמצמה משמעותית – החיילים התוקפים נאלצו להתקרב לעמדות התותחים כשהם צועדים זקופים בתבניות צפופות ואז נפגעו מאשכולות הקליעים. נגד התותחים המגנים לא היה לתוקף מענה משום שתותחניו שלו לא יכלו להתקרב אליהם, משום

שעדיין אי-אפשר היה לטעון רובה תוך כדי הליכה (למעט ברובה הפרוסי נטען הבריה) ומשום שתותחני המגן יכלו להתגונן על-ידי הקמת סוללות עפר או ניצול מחסה טבעי כדי לצמצם את החשפותם.

מציאות זו הובררה במחיר אבדות כבדות במהלך סדרה של מלחמות שהתנהלו באירופה ובצפון-אמריקה באמצע המאה התשע-עשרה: מלחמת קרים (1853–1856), מלחמת אוסטריה-צרפת (1859), מלחמת האזרחים בארצות-הברית (1861–1865), מלחמת פרוסיה ואוסטריה נגד דנמרק (1864) ומלחמת פרוסיה נגד אוסטריה (1866). בכל המלחמות הללו נכשלו התוקפים במיצי עוצמת התותחים. מנגד, הוכח שעוצמת האש של המגן, הן זו המופקת מרובים והן זו המופקת מתותחים, התעצמה מאוד. היעילות המופחתת של התותחים היתה ברורה למפקדים וללוחמים בחילות האחרים ועוררה ביקורת רבה. בתגובה לכך כתב קציני אמריקני שחקר את פעילות חיל התותחנים של צבא הדרום במהלך מלחמת האזרחים האמריקנית: "לעיתים קרובות אנו שומעים ביקורת מזלזלת על כך שבקרב זה או אחר רק אחוז אחד או שניים מנפגעי האויב נגרמו על-ידי אש התותחים. גישה זו היא שטות מוחלטת. התותחים מעודדים את רוח הלחימה של הרגלים העמיתים ומדכאים את רוחו של האויב, אבל תרומתם אינה מסתיימת בכך. לעיתים האויב אינו נפגע רק משום שירי התותחים מרתיע אותו מלהסתער לעבר העמדות בהם ערוכים התותחים. יתר על כן, משום שהם מאלצים את האויב לברוח למחסה הם בעצם 'משמידים' אותו תפקודית... הבה נפסיק למדוד את יעילות התותחים על-פי מספר הקורבנות שלהם".

מפקדי הצבאות הבינו שעליהם למצוא פתרונות חדשים להתקפה.

המובילים בפיתוח רעיונות חדשים היו הפרוסים. עד 1864 הם עצמם לא היו מעורבים במלחמות, אבל עסקו בלימוד דקדקני של המתרחש במלחמות של יתר מעצמות אירופה (על המתרחש במלחמת האזרחים בארצות-הברית הביטו בזלזול מה – ולפחות בכל הקשור להפעלת תותחים הם כנראה צדקו). כבר ב-1859 הביע ראש המטה הכללי הפרוסי מולטקה דאגה מכך שהתעצמות האש מאיימת לבלום כל יוזמה התקפית בשדה-הקרב. את הפתרונות חיפש בשינוי דפוסי הפעולה המערכתיים (לתמרן את האויב לעמדה שתחייב אותו לתקוף את הצבא הפרוסי הערוך להגנה) ודפוסי תמרון טקטיים (פיצול גושי הלחימה הצפופים לגופים קטנים יותר ומפוזרים יותר כדי שיהיו מטרות שקשה יותר לפגוע בהן). שינויים אלה הוכחו כיעילים במלחמה של פרוסיה ואוסטריה נגד דנמרק ב-1864 ובמלחמה של פרוסיה נגד אוסטריה ב-1866. בעיני משקיפים מרחוק נצטייר הרושם שאת המלחמה נגד אוסטריה ניצחו הפרוסים בקלות יחסית – הגם שהפרוסים עצמם לא ראו זאת כך. הפרוסים ייחסו את הנצחון לעליונות מוחצת של חיל הרגלים הפרוסי על-פני חיל הרגלים האוסטרי – בזכות רובים עדיפים,

תרגולות לחימה עדיפות ותמרון מערכתי שניצל טוב יותר את הטכנולוגיה החדשה של הרכבות והטלגרף. אבל, המתחקרים הפרוסים ראו בהפעלת התותחים שלהם כשלון צורב, במיוחד לאור הישגיו ההגנתיים של חיל התותחנים האוסטרי. כלקח מהמלחמה הם פתחו במסע מזורז לשכלול טכנולוגי של חיל התותחנים ושינוי תורת הלחימה שלו. תוצאות מאמץ זה עתידים היו להוביל להתפתחות חדשה הפעלת התותחים בשליש האחרון של המאה התשע-עשרה.



הפגזת מצודת סמטר ב־1861 – הקרב הראשון של מלחמת האזרחים בארצות-הברית

ירי בכינון עקיף

בינתיים, במלחמת האזרחים האמריקנית (1861–1865), נזרעו הזרעים לחידוש נוסף בתחום התותחנות – הירי בכינון עקיף, קרי, הכוונת התותח למטרה שלא על-ידי הצוות המפעיל אותו. בניגוד לטווח היעיל של התותחים, שנותר זהה לטווח היעיל בראשית המאה התשע-עשרה בשל היעילות הנמוכה של התחמושת, הטווח המרבי של התותחים התארך בהדרגה מ־1,500–2,000 מטרים לכדי 4,000–5,000 מטרים. התארכות טווח הירי איפשר לירות על מטרות רחוקות שקו הראייה אליהן נחסם על-ידי תבליט השטח או התכסית שעליו. הבעיה היתה כיצד לאתר את המטרה וכיצד להעביר לסוללת התותחים את נתוני הירי. פתרון ראשון לסוגייה זו נוסה במלחמת האזרחים האמריקנית והסתמך על שתי המצאות חדשות: הכדור הפורח והטלגרף.

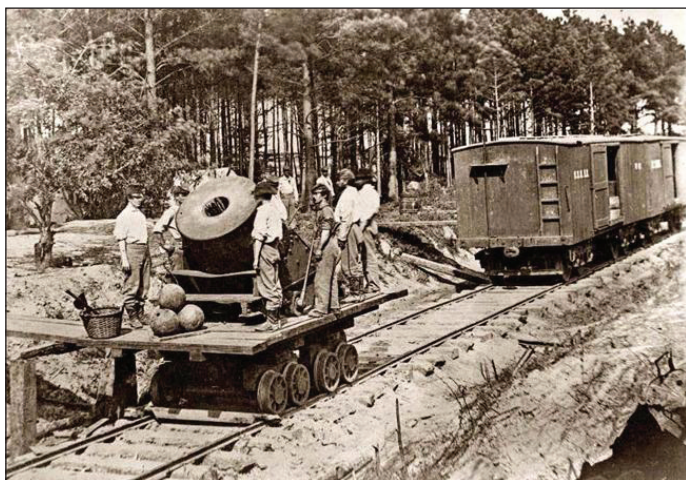
ב־1783 היתה הפעם הראשונה שאדם התרומם מהקרקע בכדור פורח – בלון גדול מכד ממולא באויר חם, שמתחתיו נקשר סל לנוסעים. בהעדר יכולת לשלוט בכוון המעוף

הסתפקו המשתמשים בהמראה לגובה תוך עגינת הכדור הפורח לקרקע בחבל ארוך. תוך שבועות מאירוע ראשון זה התפרסמה בעיתון צרפתי הצעה להשתמש באמצעי החדש כעמדת תצפית צבאית וכעבור חודשים מספר, ב־1784, פורסם בגרמניה ספר המפרט את אופן השימוש בכדורים פורחים כעמדות תצפית. השימוש הצבאי הראשון בכדורים פורחים נעשה ב־1794 – הצבא הצרפתי העלה תצפיתנים לגובה כדי לאתר את הכוחות האוסטרים שתמרנו לקראתו כשהם מוסתרים מעבר לרכסים. בכלי הנשק של שלהי המאה השמונה־עשרה וראשית המאה התשע־עשרה אי־אפשר היה עדיין לפגוע באויב המצוי מעבר לרכסים והמידע שימש אך ורק כדי לספק מודיעין לתמרונים נגד. בשל הסרבול של הובלת הכדורים הפורחים (נדרשו צוות גדול, סוסים רבים ועגלות רבות), האחזקה המסובכת, הזמן הרב שנדרש לנפח אותם (הדלקת מדורה מתחת לפתח של הכדור והמתנה שהאוויר המתחמם ימלא אותו) ולהעלות אותם לשמיים (עגינה חזקה לקרקע, המראה נשלטת תוך הקפדה על שמירת העגינה), קשיי התקשורת (התצפיתנים נאלצו לזרוק פתקים קשורים למשקולות או לנסות לנפנף בדגלים) והתלות במזג האוויר (מזג האוויר חייב היה להיות נוח), לא נעשה בהם שימוש רב ואחרי כמה שנים פורקה יחידת הכדורים הפורחים.

ב־1862, השנה השנייה במלחמת האזרחים האמריקנית, נעשה השימוש הראשון בתצפיתן על כדור פורח כדי לכוון ירי של תותחים. שימוש זה התאפשר בזכות המצאה חדשה – הטלגרף החשמלי, שהוכנס לשימוש במהלך שנות ה־30 של המאה התשע־עשרה¹⁶. במהלך תמרונים מכינים לאחד הקרבות בין צבא הצפון לבין צבא הדרום זיהו תצפיתנים, שישבו על כדור פורח מעוגן לקרקע בקירבת המפקדה של צבא הצפון, כוח דרומי ערוך בטווח של כ־5 קילומטרים. בידי צבא הצפון היו תותחים מדגם חדש שיכלו לירות לטווח זה, אבל לצוותים לא היה קשר עין עם המטרה בשל תואי־השטח והתכסית. כדי להקל על העברת דיווחים מהתצפיתנים למפקדה הם חוברו באמצעות טלגרף. אחד מקציני המפקדה העביר את מכשיר הטלגרף שעל הקרקע לעמדת התותחים והתצפיתנים כווננו ותיקנו את הירי עד אשר הפגזים החלו ליפול בתוך הכוחות הדרומיים המופתעים, שלא הבינו מהיכן יורה עליהם האויב. בשל היעילות הנמוכה

16 טלגרפים חזותיים היו קיימים כבר מהעת העתיקה. הם השתמשו בדגלים, לפידים, מראות ועשן והיו תלויים בהקמת תחנות ממסר בקו ראייה ובטווח ראייה זה מזה. בגירסתם המשוכללת ביותר הם דרשו הקמת מגדלי ממסור כל 30 קילומטרים לכל היותר (באור יום ובמזג אויר בהיר) ויכלו להעביר הודעות בקצב של שתי מילים לדקה. הטלגרף החשמלי לא היה תלוי בקווי ראייה או במזג האוויר והיה בעל טווח שידור ארוך ללא ממסרים. ב־1866 הופעל לראשונה כבל טלגרף תת ימי מאירופה לצפון אמריקה (היו נסיונות קודמים שנכשלו). קצב השידור היה מהיר פי כמה מהטלגרף החזותי והלך והשתפר ככל שהמערכות שוכללו.

של התחמושת נגרמו לדרומיים אבדות מעטות בלבד – ההישג היה בעיקר פסיכולוגי. אירועים דומים התרחשו עוד מספר פעמים במהלך מלחמת האזרחים האמריקנית. בשל העדר מפות מדויקות ומרושתות, רק תותחים שעמדו סמוכים לעוגן הקרקעי של הכדור הפורח יכולים היו לכוון עצמם בהתאם להוראות התצפיתנים. כמו כן, נותרה בעינה בעית הסרבול הרב בהובלת הכדורים הפורחים והפעלתם, ולכן נותרה שיטה זו עניין חריג למקרים מיוחדים.



מרגמת מצור כבדה מוצבת על קרון רכבת במלחמת האזרחים בארצות־הברית

1899-1866

טכנולוגיה

בשליש האחרון של המאה התשע־עשרה התברר שהירידה בעוצמתם היחסית של התותחים היתה רק זמנית. אותן טכנולוגיות ששיפרו את הרובים (קנים מחורקים, קליעים חרוטיים במקום כדוריים, טעינה מהמכנס במקום מהלוע, תחמושת אחורה) פותחו לרמה שאיפשרה שימוש בהן גם בתותחים. באותה עת שופרו האמינות והיעילות של התחמושת הנפיצה, כך שבהדרגה הוצאו משימוש הקליעים המוצקים ואשכולות הקליעים והוחלפו בפגזים נפצים משופרים. שיפור משמעותי היה פיתוח מרעום ההקשה היעיל הראשון על־ידי חברת קרופ הפרוסית. יתרונותיו של מרעום ההקשה על מרעומי הזמן, בודאי אלה המבוססים על פתיל, אבל אפילו על המרעומים החדשים שהתבססו על שעון מכני, היו אמינותו, היכולת המשופרת להבטיח שיתפוצץ ליד המטרה (מרעום הזמן דרש מהתותחן לנחש את התזמון המדויק הדרוש כדי

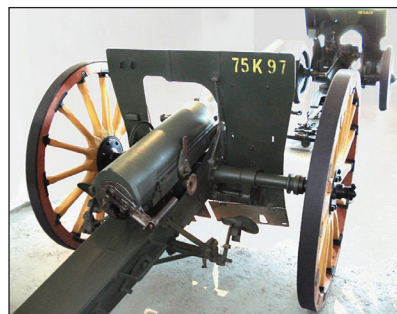
שהפגזו יתפוצץ ליד המטרה) ובנזק הרב יותר שגרמו לביצורים – במיוחד ביצורי שדה מאולתרים כגון שוחות מחופות שהגנו על השוהים בהן מפני רסיסים.

הפגזים הנפיצים נחלקו לשני סוגים:

- **פגזים נפיצים 'רגילים'** – פגזים אלה פיזרו יותר רסיסים מאשר הפגזים הנפיצים של ראשית המאה, אבל את עיקר הנזק גרמו באמצעות הדף ורסיסייהם התפזרו סביבם באופן אחיד פחות או יותר. הפגזים הללו נועדו לפגיעה בביצורים.
- **פגזי רסס נפיצים (שְׂרָאפֶּנְל)** – גירסה משופרת של הפגז שפיתח הקצין הבריטי שְׂרָאפֶּנְל בסוף המאה השמונה-עשרה אשר מיקד את פיזור הרסיסים במשפך צר וצפוף לפנים – אלה נועדו בעיקר כדי לפגוע בלוחמים ובסוסים לא ממוגנים.

לא רק התחמושת השתכללה:

- **ניידות התותחים השתפרה** עקב שכלול המרכבים ושימוש בחומרים חדשים שצמצמו את המשקל הכולל של התותח מבלי לצמצם את עוצמתו.
- **פותחו תותחי ענק**, שנישאו על רכבות, ויכלו לירות פגזים שמשקלם היה מאות קילוגרמים.
- **טווח תותחי שדה הקלים התארך** בהדרגה מ־5 קילומטרים ב־1866 לכדי 10 קילומטרים ב־1895; **טווח תותחי שדה הכבדים התארך** לכדי 15 קילומטרים ותותחי הרכבות יכלו לירות לטווח של עשרות קילומטרים.
- **קצב הירי הוכפל** – תותחי שדה הקלים (שהיו גדולים וחזקים מתותחי שדה הכבדים של תחילת המאה) יכלו לירות בקצב מרבי של 10 עד 15 פגזים בדקה (התותח המשוכלל ביותר מסוג זה, תותח צרפתי בקוטר 75 מילימטרים שהוכנס לשרות מבצעי ב־1897, יכול היה לירות בקצב מרבי 20 עד 30 פגזים בדקה), תותחי שדה הכבדים יכלו לירות בקצב מרבי של 4 עד 6 פגזים בדקה. הפיתוחים שאיפשרו קצבי ירי אלה היו: טעינה מהבריח במקום מהלוע, תחמושת אחודה הניתנת לטעינה בתנועה אחת קצרה, ופיתוח מנגנון סופג רתיעה כדי שהתותח עצמו לא יזוז מהמקום בכל ירי.
- **הוספת מיגון לצוות** – משום שתותחים בעלי מנגנון סופג רתיעה ולא התגלגלו אחורה בכל יריה, יכלו אנשי הצוות להשאר צמודים לתותח גם בזמן הירי ולכן יכלו להנות מהגנת לוח פלדה שהותקן על המרכב ושומר עליהם מרסיסי פגזים וקליעי רובים.



תותח שדה 75 מילימטרים נטען מכנס בעל בולמי רתיעה

גם שכלול הנשק הקל לא נעצר. בהדרגה התארך טווח הרובים לכדי 800 מטרים ואפילו 1,000 מטרים. באמצע שנות ה־60 של המאה התשע-עשרה הומצאו בארצות-הברית ובצרפת מכונות ירי רבי-קניות שיכלו לירות בערך 300 כדורים לדקה. מכונות הירי הראשונות דמו לתותחים קלים בגודלם ולכן גם הותקנו על מרכבים כמו אלה של התותחים והופעלו ככאלה. בהדרגה הם שוכללו וקטנו במימדיהם. אמנם גם בסוף המאה הם היו נשק צוותי, אבל אפשר היה לפרק אותם ולסחוב אותם בידיים ללא מרכב, וכשהורכבו לירי לא היו גדולים בהרבה מחוליית רובאים הכורעים על ברכי. קצב הירי של מכונות הירי של סוף המאה התשע-עשרה הוכפל לכדי 600 כדורים לדקה.

תורת לחימה

המובילים בפיתוח התותחים ותורת הפעלתם בתקופה זו היו הפרוסים. אחרי מלחמת 1866 נגד אוסטריה התברר להם, שחיל התותחנים שלהם תפקד הרבה פחות טוב מזה של האוסטרים וכי הוא נכשל במתן סיוע לחיל הרגלים ברגעים החשובים של הלחימה:

- חלק מהבעיה היו התותחים – התותחים האוסטרים היו חדישים יותר, בעלי טווח ארוך יותר ובעלי קצב ירי מהיר יותר. על נחיתות זו אפשר היה להתגבר על-ידי הצטיידות בתותחים משופרים.
- חלק מהבעיה היו התותחנים – התברר שצוותי התותחים לא היו מיומנים מספיק ולא נחושים מספיק לסייע לרגלים בשל נתק ארגוני תרבותי. את זה אפשר היה לפתור על-ידי שיפור ההכשרה והחינוך.
- חלק מהבעיה היה בתורת הלחימה – אי התאמת רעיון עתודת התותחים למציאות החדשה. כזכור, רעיון עתודת התותחים נועד במקור לאפשר למצביא לבחור ברגע האמת את הגזרה לעברה יטיל את מאמץ האש העיקרי שלו. הגדלת הצבאות והארכת טווח הירי גרם לצבאות להתפזר על-פני מרחב גדול יותר. התקשורת

הטלגרפית איפשרה קשר בין כוחות צבא נייחים, אבל כמערכה ניידת, ובוראי בשדה קרב נייד, אי־אפשר היה לפרוס רשת טלגרף בקצב מהיר דיו והשליח נשאר כלי התקשורת העיקרי. בשל הרחבת החזית והגדלת המרחקים בין הכוחות נדרש זמן רב מדי להזעיק את עתודת התותחים לגזרת הפעולה המיועדת. המענה היה לבזר את השליטה – במקום עתודת תותחים של המצביא העליון ושל מפקד הארמיה, הוחלט להקצות מראש את כל התותחים הפנויים למפקדי הגייסות. בדרך זו ויתרו על היכולת ליצור נקודת כושר ארטילרית אחת בכלל החזית, אלא אם היה זמן ממושך להכנות ותיאומים לפני הקרב, אבל הבטיחו זמינות של ריכוזי תותחים בכל גזרה וגזרה. במקום סוללה־גדולה אחת הם יצרו מספר סוללות שכל אחת מהן בגודל בינוני.

הליקויים תוקנו והנצחון הפרוסי בקרבות נגד הצרפתים ב־1870–1871 נזקף במידה רבה לזכות חיל התותחנים. חשיבות חיל התותחנים הפרוסי לנצחון בלטה במיוחד משום שבמלחמה זו, בניגוד למלחמה נגד האוסטרים, חיל הרגלים הצרפתי נהנה מרובה בעל טווח, דיוק וקצב ירי עדיפים על הרובה של חיל הרגלים הפרוסי. אולם, כאשר חקרו לעומק את אשר התרחש בשדות הקרב נגד הצרפתים הגיעו הפרוסים למסקנה שהתותחנים עדיין סובלים מבעיה אחת שטרם טופלה – שרידות לא מספקת של צוותי התותחים. התותחים התוקפים התקשו להגיע לעמדות מהן יוכלו לנהל אש יעילה נגד המגן וכשהגיעו לעמדות אלה התקשו הצוותים לשרוד לאורך זמן. לעומת זאת, תותחי המגן יכלו להתמקם בעמדות מוגנות. התותחנים הפרוסים התגברו על מגבלה זו במלחמה נגד צרפת בזכות רוח הקרבה ובמחיר אבדות כבדות.

לאחר המלחמה נגד צרפת כתב הוֹפֶּנְלוֹהֶא־אֵיִנְגֶּלְפִּינְגֶן, קצין תותחנים פרוסי שהפך לאחר המפתחים החשובים ביותר של תורת חיל התותחנים הפרוסי בשלהי המאה התשע־עשרה וכתביו השפיעו רבות גם על צבאות אחרים, ש־"בטווח 800 מטרים אי־אפשר להתעלם מידי של חיל רגלים, ... בטווח של 300 מטרים יעילות הידי של הרגלים נהיית מכריעה, ... ובטווח 100 מטרים יש להתייחס אליה כמבטיחה השמדה". לפי כך נדרשו צוותי התותחים להתרחק עד כדי 800 מטרים לפחות מעמדות האויב. המצב שנתגלה במלחמות אמצע המאה התשע־עשרה, הקושי של התוקף לסייע לרגלים שלו באמצעות תותחים, הוחרף – התותחים נאלצו להתרחק עוד כמה מאות מטרים מהאויב. יתר על כן, הגבלה זו לא חלה על תותחי המגן שיכלו להתחפר, וקטלניות האש שירו לעבר הרגלים המסתערים גברה.

התרחקות התותחים מהמטרות יצרה בעיה חדשה – בראשית המאה נהוג היה שהתותחים מתקדמים לפני הרגלים עד לטווח של 200 עד 300 מטרים מהאויב ורק

אז הרגלים חולפים על־פניהם והתותחים נאלצים לחדול מירי. הרגלים התוקפים נותרו ללא סיוע התותחים במשך מספר דקות בלבד. כעת, קו הירי נחסם כמעט מיד, והרגלים התוקפים נשארו ללא סיוע התותחים במשך הזמן הרב שנדרש מהם לחצות את 800 עד 1,000 המטרים עד לעמדות האויב. הפגזים הנפיצים המשופרים פתרו חלק מהבעיה – הם איפשרו לתותחים לפגוע בעמדות המגן מטווח רחוק, לירות מעל לרגלים המתקדמים וללוות אותם בהסתערות עד שיגיעו לטווח של כ־300 עד 400 מטרים מהיעד (טווח הבטיחות שנקבע כדי למנוע פגיעת הפגזים בכוחות המסתערים העמיתים). אבל המרחק בין הרגלים לבין התותחנים מנע מהם לתאם את הירי – אם תוך כדי ההסתערות התברר לרגלים שצריך לשנות את חלוקת אש התותחים על היעד נאלצו לשגר שליח רגלי שירוקן, תחת אש, לתותחנים כדי לעדכן אותם.

סוגייה אחרת היתה תערוף המטרות – באמצע המאה השמונה־עשרה קבעו רוב המצביאים המצליחים שאסור לכוון את התותחים לעבר תותחי האויב אלא רק לעבר הרגלים והפרשים של האויב. תותחי המגן הושמדו על־ידי הרגלים והפרשים התוקפים לאחר שהרגלים המגנים עליהם הובסו. במהלך המלחמה נגד צרפת הגיעו הפרוסים למסקנה שקביעה זו כבר אינה עומדת במבחן המציאות. אי השמדת תותחי המגן לפני הסתערות הרגלים פירושה חשיפת הרגלים התוקפים לעוצמת אש שאין להם סיכוי לנוע דרכה ולשרוד. המשימה הראשונה של התוקף חייבת להיות לשתק את אש תותחי המגן לפני תחילת ההסתערות הרגלית. אולם, כדי להבטיח השמדת תותחי המגן המחופרים חייבים תותחי התוקף להגיע לטווח שאינו ארוך מ־2,000 עד 2,500 מטרים מהם. פירוש הדבר, תנועה דרך הפגזת תותחי המגן מטווח של 5,000 מטרים (הטווח היעיל המרבי של תותחים באותה עת – אם כי התותחים שהשתמשו בהם הצרפתים היו בעלי טווח קצר יותר) עד לעמדות בטווח 2,000 מטרים. המענה שפיתחו הפרוסים כנגד תותחי המגן במהלך המלחמה נגד צרפת דמתה לזו של ימי נפוליאון תוך התאמה של הטווחים ותערוף המטרות:

- ריכוז כוח תותחים הנהנה מעדיפות כמותית ניכרת (עקרון הסוללה־הגדולה) מול גזרת המגן הנבחרת בטווח של כ־5,000 מטרים מעמדות המגן. לרוב הפעילו ריכוזים גייסיים בלבד (בכל גיס היו כ־90 תותחים) – בהתאם ללקח שהפיקו מהמלחמה נגד אוסטריה ב־1866. במקרה אחד היה בידי הפרוסים זמן לארגן 'סוללה־גדולה' ארמינית, שכללה את כל התותחים של 5 גייסות – 540 תותחים. בטווח זה נהנו הפרוסים מיתרון על הצרפתים – פגזיהם יכלו להגיע לעמדות הצרפתיות בעוד פגזי התותחים הצרפתים לא היו מסוגלים להגיע אליהם. אולם, בטווח זה יעילות הירי היתה נמוכה בשל הפיזור הטבעי של מעוף הפגזים ויכולת המגן לבצר את תותחיו.

- קידום התותחים בהדרגה בשיטת ה'עקבות' – חלק מהתותחים ירו כדי לשתק או לפחות לצמצם את ירי תותחי המגן בעוד חלק התקדמו לעמדה קדמית יותר, לאחר שהגיעו לעמדה החדשה התותחים שהתקדמו פרסו וירו והתותחים שקודם ירו כעת התקדמו, וחוזר חלילה עד הגעת כל התותחים לטווח של 2,000 עד 2,500 מטרים מהאויב. במידת האפשר ניצלו את תואי-השטח כדי לנוע בהסתר מתותחי המגן.
- לאחר שכל התותחים התוקפים הגיעו לקו העמדות המתאים הם ריכזו את האש על תותחי המגן כדי להשמיד או להבריח אותם. הירי כלל שימוש מעורב בפגזים נפצים רגילים ובפגזי רסס נפצים.
- לאחר השמדת תותחי המגן או נסיגתם, התקדמו התותחים התוקפים ב'עקבות' לעמדות בטווח של כ-1,000 מטרים מהאויב, כשהרגלים צועדים איתם. במהלך ההתקדמות ריכזו התותחים את הירי שלהם על עמדות הרגלים של המגן.
- בטווח 1,000 מטרים מהאויב עצרו התותחים והגבירו את ההפגזה על עמדות הרגלים של המגן. אחרי שנראה היה למפקד הפרוסי שהרגלים של האויב נפגעו דיים התחילו הרגלים להתקדם לעבר האויב, כשהתותחים יורים מעליהם עד שהגיעו לטווח קרוב מדי ונוצרה סכנה של פגיעה בכוחותיהם. חלק מהתותחים, הקלים ביותר, התקדמו יחד עם הרגלים בשיטת ה'עקבות' – גם כשהדבר כרוך באבדות.

להערכת הוֹהֶנְלוּהָא-אֵינְגֶלְפִינְגֶן, בשיטה זו, משך הזמן מסיום הדו קרב בין התותחנים של שני הצדדים ועד לכניסת הרגלים העמיתים לתוך עמדות הרגלים של האויב היה כחצי שעה בלבד.

כדי להבטיח את יעילות התיאום בין הרגלים לבין התותחנים הדגישו הפרוסים שמפקדי הרגלים ומפקדי התותחנים צריכים להמצא יחד במהלך הקרב וכי השליטה על התותחים צריכה להיות ריכוזית ככל האפשר.

דגש מרכזי בהכשרת התותחנים היה מטווחים כדי לפתח מיומנות לירי מדויק בטווח ארוך.

בזכות התיאום וההכשרה העדיפים הצליחו הפרוסים לגבור על הצרפתים – אולם, המחיר היה שיעור אבדות גבוה יחסית: אחד מכל מחמישה עשר תותחנים נהרג או נפצע.

קצין תותחנים פרוסי בשם הֶוֹפֶּאָוֶאָר, שנפצע קשה במלחמה נגד צרפת, העלה רעיונות חדשים. הֶוֹפֶּאָוֶאָר קיבל את הטיעונים המרכזיים של התורה הרשמית, כפי שנוסחה בעיקר על-ידי הוֹהֶנְלוּהָא-אֵינְגֶלְפִינְגֶן, אבל הוא טען, שבמקום לרכז את התותחים עדיף להשאיר את התותחים מפוזרים במרחב ולרכז רק את האש. לטענתו,

הטווח הארוך יותר של התותחים החדשים מאפשר להשיג את עליונות האש הדרושה כדי להביס את תותחי המגן על־ידי ירי בו בזמן ממספר כוונים, מבלי לרכז את התותחים התוקפים כך שהם עצמם יהיו מטרה בולטת לתותחי המגן. הוא טען, שלצורך תיאום בין הרגלים לבין התותחנים אין צורך שיעברו זה ליד זה במשך כל הקרב, אלא די בתכנון משותף של הקרב, שבסופו תרשם פקודה של שלבים ולוחות זמנים משותפים. יתרונה של גישה זו היה שיפור בשרידות התותחים ובנוחות התנועה (כל סוללה נעה בנתיב אחר ולכן לא הפריעו זו לזו). החולשה המרכזית של גישה זו היתה הקושי לשנות את תוכנית האש תוך כדי קרב בשל העדר אמצעי תקשורת מתאימים.

מהדורת 1889 של תקנון תורת הלחימה של חיל התותחנים הגרמני¹⁷ קבעה פשרה בין רעיונותיהם של הוֹהֶנְלוֹהֶא־אֵינְגְלֵיִנְג ושל הוֹפֶּבְאוּר: בתחילת הקרב הסוללות תתפזרנה לרוחב החזית, אבל עדיין תופעלנה בשליטה ריכוזית, אשר תמקד את הירי של מספר סוללות על כל מטרת אויב כדי להשיג עליונות אש. הירי יתבצע בכינון ישיר. איכון המטרות יבוצע לפני ההתקפה על־ידי סיירים ומפקדי יחידות התותחים אשר ידווחו לקצין התותחנים האחראי לתכנון האש. לאחר הבסת הארטילריה של האויב, יקודמו התותחים בהדרגה לעבר גזרת מאמץ ההסתערות העיקרי על־מנת לספק אש יעילה נגד הרגלים של האויב. על המתח שבין מתן סיוע לרגלים הגרמנים לבין הסכנה הגוברת לתותחנים מטווח הירי המתארך של הרובים, קבעה תורת חיל התותחנים הגרמנית, שהסיוע לרגלים חשוב מהמחיר שישלמו התותחנים: "נקבע כעקרון שאין לאפשר מצב בו הרגלים שלנו נאלצים להלחם ללא סיוע תותחים. על־כן, ברגעי ההכרעה אסור לתותחנים להרתע גם מאש הרגלים הכבדה ביותר".

בעוד הדיון בצבא הגרמני עדיין גועש, התנהלה מלחמה בין רוסיה לבין תורכיה (1877–1878). ב־1882, הציע קצין תותחנים רוסי, שחקר מלחמה זו, שבמקום להציב את התותחים חשופים לחלוטין לאש האויב יש להציבם מאחורי מחסה ולהשתמש באמצעי תקשורת שונים כדי להעביר להם נתוני מטרות ותיקוני כינון מעמדת תצפית קדמית. הראשונים שאימצו את הרעיון היו הגרמנים אשר פיתחו לתותחיהם כוונת מיוחדת לירי בכינון עקיף. בהדרגה פיתחו הגרמנים תרגולות וטכניקות לירי בכינון עקיף, והצבאות האחרים העתיקו מהם. אבל גורמים פסיכולוגיים מנעו יישום יכולת זו: הרגלים לא ראו בעין יפה את הרעיון שהתותחנים יתחבאו בזמן שהם עצמם נחשפים לאש האויב – הם חששו שהעלמות התותחים מהעין תוביל להעלמות בפועל של הסיוע שנזקקו לו כדי לחצות את השטח מוכה האש שלפני עמדות האויב. יתר על כן,

17 לאחר המלחמה נגד צרפת אוחדו כל מדינות גרמניה לקיסרות אחת תחת הנהגתו של מלך פרוסיה, שהפך לקיסר גרמניה.

התותחנים התקשו להסביר מדוע עליהם להנות ממחסה בשדה־הקרב בעוד שחבריהם הרגלים נדרשים לחשוף עצמם. התפיסה שהשתרשה בצבא גרמניה היתה, שהירי בכינון עקיף נועד ליצור עליונות אש נגד לתותחי המגן ואחר־כך על התותחנים להתקדם קרוב ככל האפשר לרגלים כדי לסייע להם בשיטות שהציעו הוֹהֶנְלוֹהֶא־אֵיִנְגֶלְפִינְגֶן וְהוֹפְבֶּאוֹר.

חידושים בתחילת המאה העשרים

מלחמת הבוֹרִים (1899-1902)

ב־1899 פרצה מלחמה בין מדינות הבוֹרִים בדרום אפריקה לבין בריטניה. הבוֹרִים סבלו מנחיתות מוחלטת מול הצבא הבריטי בכל היבט כמותי (כל אוכלוסיית הגברים הבוֹרִים היתה עשירית ממצבות הלוחמים בצבא הבריטי), בכל היבט ארגוני (לבוֹרִים לא היה ארגון צבאי, לא מדרג פיקודי, לא יחידות מסודרות ולא מערך תחזוקה) וכרוב תחומי ההכשרה (כיוון שלא היה צבא סדיר גם לא היו אימונים סדירים). יתרונם היחיד היה בהיותם מומחים בשדאות וקלעים מיומנים, משום שכולם היו חקלאים וציידים. בשל הקושי לארגן מהלכים טקטיים מורכבים הבוֹרִים העדיפו להלחם בהגנה בלבד. פעילותם ההתקפית התמצתה בעיקר בפשיטות מוגבלות בהיקפן. נשקם העיקרי היה רובים מתוצרת גרמניה. היו בידיהם פחות מ־20 תותחים מתוצרת גרמניה, צרפת ובריטניה. הלוחמים הבוֹרִים דגלו בהתחפרות וצליפה מרחוק באויב. כאשר נראה היה שהאויב עומד להכנס לעמדותיהם העדיפו לנתק מגע ולברוח על סוסיהם. גישה הגנתית זו, שהדגישה את השרידות, אומצה גם להפעלת התותחים – הם למדו מהגרמנים כיצד לירות בכיוון עקיף והשתמשו אך ורק בשיטה זו. התותחים הופעלו במספרים קטנים בשיטה עליה המליץ הופֶּבְּאוֹר – מפוזרים מאחורי מחסה.

התפיסה הבריטית היתה הפוכה לחלוטין מזו של הבוֹרִים. הם פעלו בצורה דומה לגישה הפרוסית ממלחמת פרוסיה צרפת וללקחיו של הוֹנְלוֹהָא־אֵינְגְּלִינְגֶן ממלחמה זו – ריכזו את התותחים בשטח הפתוח מול מערכי הבוֹרִים והחלו לקדם אותם לעבר האויב בשיטת ה'עקבות' תוך כדי ירי של פגזי רסס. הרגלים נלחמו גם הם בתבניות צפופות למדי כשהם מתקדמים בדילוגים (גדוד שלם רץ כ־50 עד 100 מטרים ונשכב לנוח, אחר־כך קם שוב ורץ עוד כ־50 עד 100 מטרים וחוזר חלילה) בחיפוי של ירי התותחים.

במהרה התבררו לבריטים היתרונות של השיטה הבוֹרִית. התותחים הבוֹרִים פגעו בתותחנים הבריטים החשופים והשמידו או הבריחו אותם, הרגלים הבריטים נחשפו לאש הרובאים הבוֹרִים, שקטלה אותם בטווח שבו הם לא הצליחו להבחין ברגלים הבוֹרִים היורים מתוך מחסות מוסתרים. לאחר שהתותחים הבריטים שותקו הצטרפו התותחים הבוֹרִים לירי נגד הרגלים הבריטים והוסיפו לקטל. מאידך גיסא, התבררו גם חסרונות השיטה הבוֹרִית – הקושי לרכוז את האש בשל קשיי התקשורת. אמנם התותחים הבוֹרִים

הצליחו לשבש את הפעלת התותחים הבריטים, אבל הרגלים הבריטים התיחסו אליהם יותר כאל מטרה מאשר כאל איום ממשי. מקרה יוצא דופן התרחש בקרב בשפיון קופ (ינואר 1900), שם הצליחו הבוֹרִים לרכז ביעילות את אש התותחים כלפי הרגלים הבריטים וגרמו להם אבדות כבדות ביותר.

בהדרגה למדו הבריטים להתמודד. הם הביאו תותחים כבדים יותר ורבים יותר שאפשרו להם לירות לעבר התותחים הבוֹרִים המוסתרים – אמנם הסיכוי לפגוע היה קטן, אבל, על-ידי סריקה באש של השטח המוסתר ממנו ירו הבוֹרִים הצליחו לגרום לצוותים לסגת. התותחנים הבריטים למדו ללוות את הרגלים הבריטים במסכי אש צמודים – בקרב טונגֶלָה (פברואר 1900) הופעל לראשונה בהסטוריה 'מסך אש מתגלגל', שמנע מהרגלים הבוֹרִים לפגוע ברגלים הבריטים עד שאלה הגיעו לטווח הסתערות לתוך שוחותיהם. אחרי המלחמה כתבו הבריטים מחדש את תורת חיל התותחנים שלהם כדי לכלול את הלקחים שהופקו במהלכה. כותבי התורה החדשה הבחינו בין מצב בו לתותחנים הבריטים עדיפות כמותית – ואז יש לרכז את התותחים ולהפעילם כפי שעשו בקרבות האחרונים של המלחמה – לבין מצב בו התותחנים הבריטים נחותים כמותית ואז יש להפעילם בדומה לשיטה שנקטו בה הבוֹרִים.

בעיה חדשה נחשפה במהלך המלחמה – בשלהי המאה התשע-עשרה, עם התארכות טווח כלי הנשק והמעבר ללחימה בשכיבה, החלו כל הצבאות להחליף את מדיהם הצבעוניים למדים בגוון הנטמע ברקע הטבעי. התברר שבטווחים ארוכים מתקשים

התותחנים להבחין בין כוחות עמיתים לבין כוחות אויב. בשל כך היו מקרים בהם ירו התותחנים על כוחות עמיתים והיו מקרים בהם נמנעו מירי על כוחות אויב. הדרך היחידה להתגבר על בעיה זו הייתה תיאום הדוק יותר בין התותחנים לבין הרגלים – תיאום שנהיה קשה יותר ככל שהתותחנים התרחקו מעמדות האויב כדי לשרוד. נדרש פיתוח של אמצעי תקשורת זמין ונייד לשדה-הקרב.

בתחום התקשורת אכן הופיע חידוש במהלך המלחמה – המעבר מהטלגרף לטלפון. אבל ההחלפה לא שיפרה את הבעיה המרכזית של השליטה על



תותח בריטי 4.7 אינץ' (119 מילימטרים) במלחמת הבוֹרִים

הפעלת התותחים – נדרש זמן רב לפרוס את חוטי הטלפון ולעיתים קרובות הם נקרעו, שימוש בדגלי איתות היה מסורבל ואיטי ושימוש בעשן צבעוני לא איפשר העברת מידע מפורט והעשן התפוגג במהירות רבה.

הצבאות האירופאים שבחנו את מלחמת הפורים הסיקו שאין בה לקחים משמעותיים. במיוחד משום שהיקף הכוחות שהופעלו היה כל-כך קטן ביחס לצפוי באירופה והשטח כל-כך שונה.

מלחמת רוסיה – יפן (1904-1905)

מאמצע המאה החמש-עשרה עד שלהי המאה השש-עשרה התנהלה ביפן סדרה של מלחמות בין אצילים שנאבקו על תואר המצביא העליון של יפן¹⁸. במלחמות אלה נעשה שימוש מרובה ברובים ותותחים שלא נפלו באיכותם על אלה של אירופה. אולם, בראשית המאה השבע-עשרה, נקבע בצו מלכותי שיש להשמיד את כל כלי הירי המבוססים על אבק שריפה וכן נאסר על זרים לבקר ביפן, על יפנים לצאת ממנה או ליבא סחורות וטכנולוגיה זרות¹⁹. ב-1854 איימה ארצות-הברית לפלוש ליפן אם לא תפתח את שעריה למסחר עם ארצות-הברית ועם אירופה. מנהיגי יפן הבינו שנחיתותם הטכנולוגית ומשמעויותיה הצבאיות מאלצים אותם להכנע לתכתיב האמריקני והחליטו להשלים את הפיגור הטכנולוגי והארגוני שלהם במהירות – במיוחד בתחום הצבאי. הם רכשו ציוד וידע תעשייתי וייבאו מדריכים צבאיים זרים שיקימו להם צבא וצי מאורגנים, מצוידים ומאומנים בשיטות האירופאיות²⁰. תוך כמה עשרות שנים השלימו פיגור של כמה מאות שנים. בתחום הימי העדיפו ללמוד בעיקר מהבריטים. בתחום הצבאי פנו תחילה לצרפתים ולאחר שאלה הובסו על-ידי פרוסיה ב-1870-1871 הזמינו היפנים מדריכים צבאיים וציוד מגרמניה.

18 אף שרשמית הנהגה יפן על-ידי קיסר, מעמדו היה בעיקר טכסי והשליט בפועל היה המצביא העליון – השוגון.

19 ביטול הקשר עם העולם החיצוני נועד למנוע השתלטות אירופאית על יפן (מיסיונרים עסקו כבר במרץ בשכנוע האוכלוסיה להתנצר, ונציגים של מעצמות אירופאיות היו מעורבים במאבקים הפוליטיים הפנימיים). מסיבות תרבותיות הרובים והתותחים, שנחשבו לכלי נשק מבזים מבחינה רוחנית, הופעלו רק על-ידי חיילים פשוטי עמ; מעמד הלוחמים האצילים, הסמוקאס, הפעילו רק נשק קר, כלי נשק מכובדים. השמדת הרובים והתותחים נועדה להבטיח את עליונותם הצבאית של הסמוקאס ולצמצם את הסכנה לחידוש מלחמות הירושה על תפקיד השוגון.

20 תהליך זה לא עבר בשלום – השינויים במבנה וארגון המדינה (היפנים אימצו גם שיטות ממשל אמריקניות ואירופאיות ולא רק ידע צבאי) ואובדן מעמדם כלוחמים מול צבא סדיר של פשוטי עמ חמושים בכלי נשק נטולי כבוד עוררו מספר מרידות של סמוראים. אלה דוכאו בזו אחר זו. האחרונה ב-1877. גרסה הוליוודית בדיונית של מרד הסמוראים האחרון מוצגת בסרט 'הסמוראי האחרון' משנת 2003.

ב-1904 חשו היפנים בטוחים בעצמם דיים כדי להתמודד לראשונה עם מעצמה אירופאית – רוסיה. במלחמה שנמשכה כשנה הם השמידו בזה אחר זה שני ציים רוסיים וכבשו מידי הרוסים שטחים נרחבים במזרח אסיה. משקיפים רבים מצבאות אירופה נשלחו לצבאות הנלחמים כדי לבחון את מהלכי הקרבות ולהפיק לקחים מבצעיים עדכניים לצבאות ששלחו אותם.²¹

בתחום התותחנות פעלו היפנים על-פי התורה הגרמנית המעודכנת – שילוב של תפיסת הוֹהֶנְלוֹהֶא־אֵיִנְגֶּלְפִינְגֶן ושל הוֹפֶבְאוֹר – אבל, כלקח ממלחמת הבורים, הם שמו דגש רב יותר על ירי תותחים בכינון עקיף. את בעיית התקשורת בין התותחים לבין התצפיתנים פתרו באמצעות מכשירי טלפון ואיתות בדגלים, אולם, על הבעיה הקשה יותר – כיצד לתאם בין הרגלים המסתערים לבין התותחים המסייעים להם – לא הצליחו להתגבר ביעילות. במקרים לא מעטים נפגעו רגלים יפנים מסתערים מאש התותחים שלהם עצמם משום שצוותי התותחים התקשו להבחין מטווח רחוק בין כוחות עמיתים לבין כוחות עוינים.

אף כי קצין רוסי היה הראשון שהציע את שיטת הירי בכינון עקיף והיות התותחים הרוסים מצוידים לכך, התותחנים הרוסים העדיפו לא לנהוג על-פי שיטה זו. בקרבות הראשונים של המלחמה הם נפרסו על ראשי רכסים בגושים צפופים וניסו לייצר ריכוזי אש מסייעת לכוחותיהם. רק לאחר שהתברר להם שהירי בכינון עקיף מעניק יתרון מובהק ליפנים ברו קרב הארטילרי, משום שאמנם הירי של היפנים פחות מדויק, אבל התותחנים הרוסים אינם מצליחים למצוא את התותחים היורים עליהם ולהשיב באש, החלו גם הרוסים להעביר את רוב תותחיהם לעמדות מוסתרות במדרונות אחוריים. גם הרוסים השתמשו בטלפונים לניהול הירי, אבל, כיוון שהיו משופעים פחות בטלפונים מהיפנים, נאלצו לאלתר פתרונות להעברת הוראות מהתצפיתנים לתותחנים. במקרים רבים הרוסים השכיבו חיילים בשרשרת אנושית מעמדת התצפית המחופרת ומוסווית שבמדרון קדמי עד לסוללת התותחים המוסתרת מאחור. התצפיתן היה כותב הוראות

21 נושא שמירת הסודות היה מאד בסיסי באותה תקופה והיה מקובל למדי שצבאות מרשים למשקיפים זרים, כולל מאויבים פוטנציאליים, לצפות באימונים ובקרבות שניהלו. הפרטים היחידים כמעט אותם ניסו להסתיר היו תוכניות מבצעיות ומעת לעת כלי נשק מסוימים שהוגדרו כסודיים. כך, לדוגמא, משקיפים צרפתים ובריטים צפו באימוני הצבא הגרמני בעת שהתאמן לכבוש את בלגיה ואת צרפת לפני מלחמת העולם הראשונה. הם לא הורשו לראות את המתווה אותו ייצגו האימונים אלא רק את תנועת הכוחות בשטח, ולכן לא תמיד הבינו מדוע התרגילים כללו צעידות ארוכות של ימים רבים כמעט ללא מנוחה, אשר הביאו את החיילים להסתערות על היעדים כשהם מותשים לחלוטין. אימונים אלה נועדו להכין את הכוחות הגרמנים למסע מזורז של מאות קילומטרים דרך בלגיה, שבאמצעותו יאגפו את הצבא הצרפתי הערוך בגבול צרפת עם גרמניה ויתקפו אותו מאחור.

על פתק והחיילים היו מעבירים את הפתק מיד ליד עד למפקד סוללת התותחים, שהיה עורך את החישובים המתאימים ויורה. מובן שטיווח התותחים בדרך זו ארך זמן רב מאוד וכמעט לא היתה שום אפשרות לתאם בין ירי התותחים לבין תנועת הכוחות הרגליים אלא בתכנון המקדים – כל סטייה מהתוכנית שיבשה את התיאום.

מלחמת רוסיה יפן התנהלה בין שני צבאות סדירים וגדולים ולכן נראתה כמקרה טוב יותר להפקת לקחים מאשר מלחמת הבוֹרִים. אולם, הלקחים היו מעורבים:

- היו מי שראו במהלכי המלחמה חיזוק למגמת המעבר לירי בכינון עקיף כתנאי להשרדות התותחים (הם ציינו את הצלחות היפנים שפעלו בשיטה זו ואת המעבר ההדרגתי של הרוסים גם כן לשיטה זו) – אבל, מאידך גיסא, הירי בכינון עקיף הקשה על ריכוז האש על המטרות הדרושות לרגלים וגם לאחר שנבחרו מטרות התברר שהרבה יותר קשה לפגוע בהן.
- מצד שני, הודגש הצורך לרכז עוצמת אש תותחים הולכת וגוברת ולתאם את הפעלת התותחים עם הרגלים על־מנת לאפשר לרגלים לשרוד במהלך תנועתם מקו העמדות שלהם עד לקו העמדות של האויב – אבל, לשם כך, לרוב נדרש לרכז את התותחים קרוב לרגלים ולחשוף לפחות את חלקם כדי לאפשר ירי בכינון ישיר.

בסופו של דבר, אף כי היה שיפור קל בתרומת התותחים יחסית למלחמות אמצע המאה התשע־עשרה (15% מהנפגעים במלחמת רוסיה – יפן נפגעו מאש תותחים לעומת 10% בלבד במלחמות אמצע המאה התשע־עשרה), עדיין לא הצליחו התותחים לחזור למעמד החשוב שהחזיקו במלחמות ראשית המאה התשע־עשרה – לא בהיקף האבדות שגרמו ולא בתרומתם ליכולת התמרון של הרגלים על־ידי שיתוק אש האויב.

כמו במלחמת הבוֹרִים, גם במלחמת רוסיה – יפן התברר ששימור שרידות התותחים ומיצוי עוצמת האש מנוגדים זה לזה – התותחנים לא מצאו דרך שתאפשר להם לעמוד בשתי הדרישות יחד. כל אחד מצבאות אירופה בחר פשרה שונה בין השרידות לבין מיצוי העוצמה – ואז כתב תורה, הצטייד והתאמן בהתאם לפשרה שבחר.

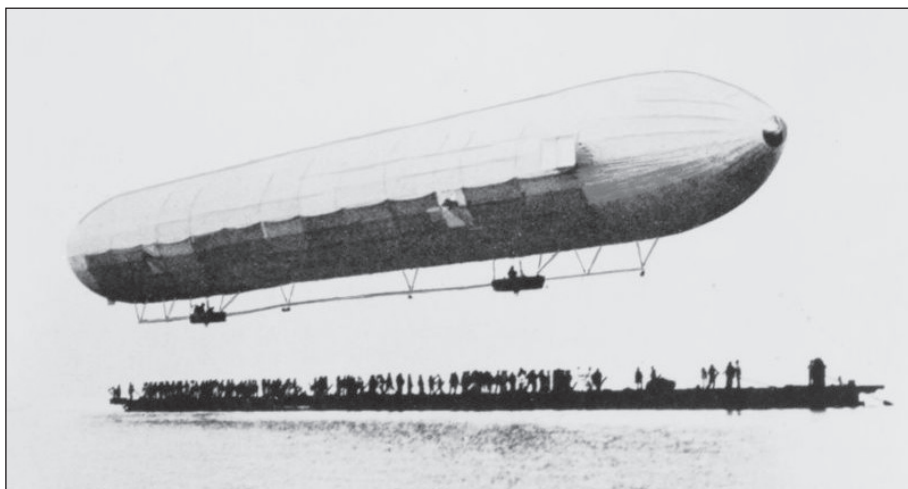
כלי טיס

כפי שתואר לעיל, כדורים פורחים החלו לשמש להכוונת ירי תותחים באמצע המאה התשע־עשרה. השימוש בדגמים משוכללים יותר של כדורים פורחים נמשך גם להבא. הצרפתים הקימו מחדש יחידת כדורים פורחים ב־1874, כלקח מההפעלה המזדמנת והמוצלחת של כדורים פורחים במלחמתם הכושלת נגד פרוסיה וברית המדינות הגרמניות בשנים 1870–1871. ב־1878 הקימו גם הבריטים יחידת כדורים פורחים במסגרת חיל ההנדסה שלהם. ב־1884 הקימו גם צבאות רוסיה, גרמניה, איטליה וספרד

יחידות כדורים פורחים. השימוש העיקרי היה במלחמות במהלכן כבשו האירופאים את אפריקה ואת אסיה – הבריטים בסודאן ובדרום אפריקה, האיטלקים באתיופיה, הצרפתים בהודו-סין ועוד. האמריקנים השתמשו בכדורים פורחים כשכבשו את האי קובה מידי ספרד – תצפיתנים בכדורים פורחים איתרו את נוכחות הצי הספרדי בסַנְטְיָגוֹ, מצאו נתיב שיאפשר הסתערות הכוחות האמריקנים על מערך ההגנה הספרדי בגבעת סן חואן וכוונו אש תותחים על עמדות האויב הספרדי.

בנוסף לתצפית ניסו הצבאות להשתמש בכדורים הפורחים כדי להטיל פצצות על האויב, אבל יעילות התקיפות הללו היתה אפסית – הבעיה העיקרית, שוב, היתה אי היכולת לשלוט בכוון מעוף הכדור הפורח. כך, לדוגמא, ב־1849 ניסו האוסטרים להפציץ את עיר הנמל האיטלקית וֶנֶצְיָה באמצעות כדורים פורחים בלתי מאוישים, שנשאו פצצות מופעלות באמצעות מרעום זמן. אלא, שהרוח שינתה כוון ודחפה את הכדורים הפורחים חזרה מעל לשטח שבשליטת האוסטרים לפני שהתפוצצו – רק פצצה אחת נחתה בתוך העיר ונציה והנזק שגרמה היה שולי בהיקפו.

החסרון המבצעי הגדול ביותר של הכדורים הפורחים היה אי היכולת לשלוט בכוון המעוף שלהם – ולכן הכדורים הפורחים בדרך-כלל עוגנו לקרקע והשימוש בהם היה מצומצם למדי. ב־1884 פותח בצרפת הכדור הפורח הראשון בעל מנוע. במהלך השנים הבאות פותחו כדורים פורחים ממונעים נוספים – אבל המנועים הראשונים היו חלשים למדי ורק בתחילת המאה העשרים הצליחו מהנדסים לפתח מנועים חזקים וקלים מספיק, שנוקקו למטען דלק מצומצם מספיק, כדי להבטיח מהירות, טווח וכוון טיסה סבירים. כמו כן, מהנדסים החלו לשפר את צורת הכדור הפורח – במקום כדור בד חסר שלד, שלא היה יציב באויר, פיתחו כדורים פורחים בעלי צורה מאורכת ושלד קשיח שיהיו יציבים יותר באויר ונוחים יותר לדחיפה על-ידי המנועים. הראשון שהצליח לייצר דגם טס היה סוחר עצים יהודי מאוסטרו-הונגריה, דוד שוורץ. אולם, הוא עצמו לא זכה לראות את הטיסה הראשונה של המצאתו, שכן נפטר מהתקף לב. אלמנתו מכרה את הזכויות על ההמצאה לאציל גרמני, הרון צֶפֶלִין. צֶפֶלִין המשיך את פיתוח הדגם שהמציא שוורץ וב־1900 בוצע ניסוי הטיסה המוצלח הראשון. החל מ־1908 הפכו כלים אלה, שנקראו על שם הרון הגרמני – צֶפֶלִינִים, למובילי מטענים ונוסעים. הצבא והצי הגרמני זיהו את התועלת הצבאית האפשרית של הצֶפֶלִינִים לסיוורים ולהטלת פצצות בעורף האויב ורכשו כמה לניסויים. גם במדינות אחרות מיהרו לפתח 'כדורים פורחים מנוהגים' או, בשם אחר – 'ספינות אויר', והקימו חברות אזרחיות ויחידות צבאיות לשימוש בהן. צבא צרפת וצבא איטליה אף הקדימו את צבא גרמניה והצטיידו ב־'ספינות אויר' מתוצרת מקומית ב־1905. כבר באותה שנה, 1905, החלו ניסויים בהטלת חימוש מספינות האויר. כמו לגבי כל טכנולוגיה חדשה,



טיסה ראשונה של צפלין ב־1900

בשנים הראשונות אנשים שונים כינו את הכלים השונים בשמות שונים. מטעמי נוחות בהמשך הספר המונח 'כדורים פורחים' ישמש לכדורים פורחים לא ממונעים, אשר בדרך-כלל הופעלו כשהם רתומים לעוגן קרקעי, ואילו 'ספינות אויר' ישמש לכדורים פורחים ממונעים.

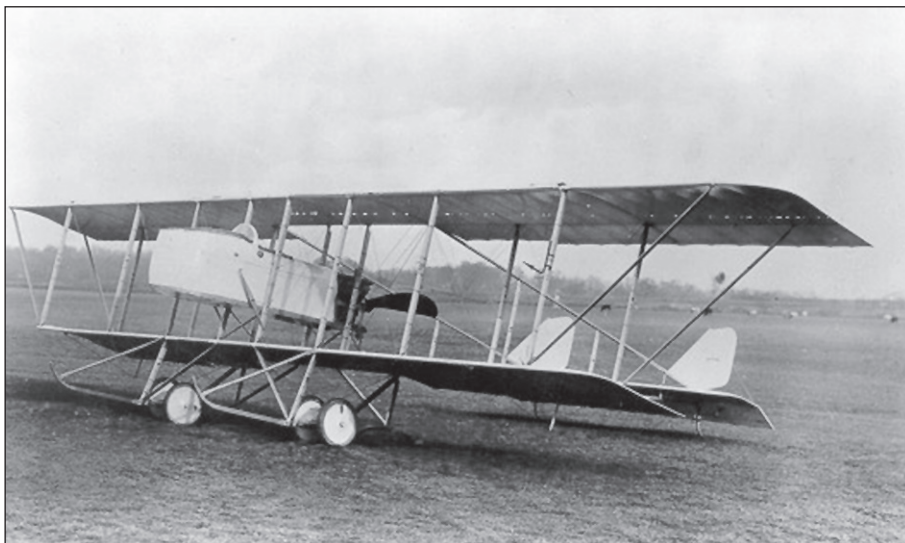
ב־1891 הצליחו צמד האחים הגרמנים לילֶנְדֶל לדאות בפעם הראשונה בכלי טיס כבד מהאוויר ללא מנוע. ב־1903 הצליחו צמד האחים האמריקנים רייט לפתח את כלי הטיס הממונע הראשון שהצליח להמריא למרות היותו כבד מהאוויר. תוך שנים ספורות החלו צבאות להצטייד בכלים אלה ולערוך בהם ניסויים כאמצעי סיור ותקיפה ואף לשלב אותם בתרגילים. בסתיו 1911, במלחמה בין איטליה לבין האימפריה העות'מנית על השליטה בלוב, נעשה השימוש המבצעי ההמוני הראשון במטוסים לסיור ולהפצצת מטרות על הקרקע. המקרה המתועד הראשון של הטלת פצצות ממטוס התרחש ב־1 בנובמבר 1911. טייס איטלקי הטיל ארבע פצצות קטנות (כל אחת במשקל של 2.25 קילוגרמים) על כוח עות'מני. עד סוף המלחמה כעבור כשנה הטילו האיטלקים כמה מאות פצצות כאלה, אבל התוצאות לא היו מעודדות – לא מבחינת דיוק הפגיעה במטרות ולא מבחינת הנזק שנגרם כשפגעו. יתר על כן, לא היתה דרך לקיים תקשורת בין הכוחות הקרקעיים לבין המטוסים ולכן המטוסים יכלו להפציץ מטרות בסיוע לכוחות הקרקע רק אם אלה תוכננו מראש (עקב המרחק הרב בין שדות התעופה לבין החזית דבר זה קרה רק לעיתים רחוקות) או כאשר הוחלט שהטייסים יאתרו מטרות ויתקפו אותן על-פי שיקול דעתם האישי.



מטוס סיור צרפתי 1909

ככלי סיור היה למטוסים יתרון על ספינות האויר משום שהיו קטנים ומהירים יותר ולכן יכלו לנוע קרוב יותר לגובה הקרקע כשהסכנה שייפגעו מאש אויב מצומצמת יחסית. מנגד, לספינות האויר היתה יכולת לשהות זמן רב יותר באויר משום שלא היו תלויים בגודל מיכלי הדלק כדי להמריא אלא רק כדי לנוע, ויכלו לשאת כמויות גדולות בהרבה של דלק. משום כך, כבר בשלב מוקדם למדי התהוותה חלוקה משימתית בין שני סוגי כלי הטיס – על המטוסים הטילו משימות טקטיות במהותן ואילו על ספינות האויר הטילו משימות מערכתיות ואסטרטגיות יותר.

המגבלה העיקרית של כלי הטיס החדשים במשימת הכוונת אש התותחים היתה, שבשל ניתוקם מהקרקע לא היו להם אמצעי קשר עם התותחים. בניסויים ראשונים היו הטייסים כותבים פתקים עם נתוני המטרה, טסים מעל סוללת התותחים וזורקים לה את הפתק עם משקולת, אחר־כך טסו לעבר המטרה כדי לצפות בנפילת הפגז, רשמו את התיקון הדרוש וטסו חזרה לסוללה וחוזר חלילה. הגרמנים, שפיתחו את עניין התצפית האוירית מהר יותר מכל צבא האחר, פיתחו גם מערכת איתות באמצעות פנסים צבעוניים שהורכבו מתחת למטוס. הרוסים היו הראשונים שהצליחו להרכיב משדר טלגרף אלחוטי במטוס – אבל, מערכת זו היתה מסורבלת ורק במהלך מלחמת העולם הראשונה הגיעה לרמה מבצעית. האיטלקים היו הראשונים שהרכיבו גם מקלט טלגרף אלחוטי במטוס – אבל מערכת זו היתה קשה מדי לתפעול ורק אחרי מלחמת העולם הראשונה הושלם פיתוח של מערכת יעילה שתאפשר לצוות המטוס לקבל הודעות.



מטוס סיור והפצצה צרפתי 1914

סיכום המאה התשע־עשרה

באירופה, המאה התשע־עשרה היתה תקופה של מהפכות בכל התחומים: דמוגרפיות, כלכליות, חברתיות, מדיניות, טכנולוגיות ותעשייתיות. למהפכות אלה היו השלכות רבות גם בתחום ניהול המלחמות. בהקשר של הפעלת הארטילריה גרמו המהפכות הטכנולוגיות והתעשייתיות לנסיגה זמנית בחשיבות חיל התותחנים בקרבות שדה ביחס לחיל הרגלים. הסיבה העיקרית לנסיגה זו היתה התארכות טווח הרובים והגברת קצב הירי שלהם, כך שצוותי התותחים כבר לא יכלו לשרוד כאשר ניסו להעריך בטווח הירי היעיל של תותחיהם מהרגלים של האויב. דחיקת התותחים אחורה מחד גיסא והגברת עוצמת האש של הרגלים מאידך גיסא צמצמו את החלק היחסי של התותחים בגרימת אבדות לאויב מבערך 50% במלחמות ראשית המאה התשע־עשרה לכ-10% במלחמות אמצע המאה התשע־עשרה. פתרון תורתי אחד שהוצע היה להתעלם מהאבדות ולדרוש מהתותחנים להמשיך להתקרב לאויב בשיטות הישנות שהוכחו כיעילות – פתרון זה הוכח כלא ישים. פתרון תורתי אחר התבסס על התארכות טווח התותחים – להציב את התותחים בעמדות מוסתרות רחוקות מהאויב ולכוון את הירי שלהם באמצעות תצפיתנים מוסתרים קרובים לחזית. יישום פתרון זה דרש התגברות על מספר בעיות:

- פיתוח תחמושת ארוכת טווח יעילה שתחליף את אשכולות הקליעים קצרי הטווח – בעיה זו נפתרה בהדרגה על־ידי פיתוח פגזי רסס נפיצים ושיפור אמינות המרעומים.

- פיתוח מערכת תקשורת יעילה, זמינה ואמינה בין התצפיתנים המלווים את הרגלים לבין צוותי התותחים. נסיונות לפרוס קווי טלגרף ואחר-כך טלפון בין התותחים לבין התצפיתנים התבררו כמסורבלים ומנעו מהתצפיתנים להחליף עמדות בהתאם להתפתחות הקרב. נסיונות להשתמש באיתות באמצעות דגלים היה מסורבל ואיטי וחשף את התצפיתנים לירי של האויב משום שדרש מהם לעמוד גלויים ולנפנף בדגלים צבעוניים גדולים. מכשירי הקשר האלחוטיים הראשונים שפותחו בשלהי המאה התשע-עשרה היו גדולים מדי ומסורבלים מדי לנייד בשדה. מעבר לקושי ליצור קשר בין התצפיתן לבין צוות התותח היה קושי רב עוד יותר של תיאום הירי של התותחים המרוחקים עם צורכיהם המשתנים של הרגלים – קושי זה לא היה רק טכני.
- הקושי הפסיכולוגי והתרבותי של הרגלים לסמוך על התותחנים ש'מתחבאים מהאויב' בעוד הם עצמם נאלצים להסתער חשופים. גם תותחנים רבים חשו אי נוחות ממצב זה.

בשלהי התקופה הופיע אמצעי אש חדש, כלי הטיס למיניהם, שכראשית דרכם נראו בעיקר כאמצעי לשיפור מיצוי אש התותחים על-ידי איתור מטרות רחוקות ומוסתרות מצפייה בקו ישיר, אולם היו גם מי שהחלו לנסותם כאמצעי אש עצמאי.

סיכום התפתחות הארטיילריה עד 1914

במשך בערך 2,300 שנים התפתחה הארטיילריה בהדרגה בשני תחומים עיקריים: עוצמת הפגיעה והניידות. תחומים אשר השיפור בהם דרש פיתוח תכונות מנוגדות במבנה הכלי:

- כדי להתנייד נדרש כלי קל יותר – ובכך צומצמה עוצמתו.
- כדי להעצים את הפגיעה נדרש כלי גדול וכבד יותר – אבל אז נפגעה הניידות.

טווח כלי הירי הכבדים היה ארוך מטווח כלי הירי האישיים אבל עדיין היה קצר למדי. כלי הירי הכבד, יהיה זה מטול החצים של אֶלְכֶסְנֶדֶר או התותח של נְפּוֹלִיאון, נועד לירי בכיוון ישיר. יתרונו היחסי נתפס כטווח הארוך שלו וכושר החדירה של התחמושת. בשל הטווח הקצר יחסית ומסורבלות התפעול והכינון לא ניתן היה לרכז את הירי על מטרה מוגדרת בלי להזיז את הכלים לקירבת המטרה, ומרגע שמוקמו היה קשה להזיזם שוב תוך כדי הקרב. כל עוד לא נפתרה מגבלת הניידות, התועלת העיקרית של כלים אלה הופקה בקרבות מצור – בהם לא נדרש להזיז את הכלים לעיתים קרובות. הארטיילריה הפכה לכלי משמעותי בקרבות שדה רק במהלך המאה השמונה-עשרה כאשר שכלול הטכנולוגיה איפשר להגביר את ניידות התותחים בלי לפגוע בעוצמתם.

באמצע המאה השמונה-עשרה החלו התותחים להתפתח גם בתחום הטווח. עד אמצע המאה התשע-עשרה ההתפתחות היתה הדרגתית, ממאות מטרים לכדי קילומטרים ספורים. הארכת טווח התותחים הפכה אותם, במחצית השנייה של המאה השמונה-עשרה וראשית המאה התשע-עשרה, לכלי הקטל העיקרי בשדה-הקרב משום שהם יכלו לעמוד מחוץ לטווח הרובים של רגלים ולהרוג בהם באופן שאיפשר לפרשים ולרגלים העמיתים להסתער על אויב פגוע שתבנית הקרב שלו משובשת.

במהלך המאה התשע-עשרה השתפרה יעילות הרובים בקצב מהיר מקצב שיפור התותחים ולכן הרובה הפך לקוטל העיקרי ואף איים לסלק את התותחים משדה-הקרב. שלושה גורמים שמרו את תותחים כנשק חשוב בעיני המצביאים:

- הגם שבהתקפה ירדה יעילותם היחסית, הרי שבהגנה המשיכו התותחים לספק תועלת מרובה בבלימת הרגלים של התוקף.

- יעילות ההפגזה לא נמדדה רק בשיעור הנפגעים שגרמה לאויב, אלא גם בהשפעה הפסיכולוגית – שיתוק יכולת האויב לירות וריתוקו למקום מהפחד פן ייפגע.
- במשך כל התקופה האמורה הושקע מאמץ לשכלל את התותחים ואת תחמושתם כדי להשיב להם את יתרונם היחסי מול הרובים.

מאז ימי קדם ועד השליש האחרון של המאה התשע-עשרה נלחמו צבאות בעמידה. קפיצת-המדרגה ביעילות כלי הירי ושינוי שיטת הטעינה של הרובים (טעינה מהבריה במקום מהלוע) שינו לחלוטין את חזות שדה-הקרב – לראשונה בתולדות המלחמות החלו חילות הרגלים להלחם בשכיבה וטווח הפגיעה חרג מטווח התצפית של מפעיל הנשק. לעומת זאת, התותחנים עדיין נאלצו להלחם בעמידה – הגם שלאחר פיתוח טעינה מהבריה גם לתותחים יכלו הצוותים להנות ממחסה חלקי של מגן שהורכב על התותח, או מדיפון עפר. המשמעות היתה, שהרגלים יכלו לראות את התותחים ולירות בהם בטווח בו התותחנים לא ראו את הרגלים.

בניגוד למיתוס הרווח, מפקדי שלהי המאה התשע-עשרה ותחילת המאה העשרים היו מודעים לשינויים הללו ולרוב השינויים המתבקשים באופן ניהול מערכות וקרכות. רבים מהם אף ניסחו פתרונות תורתיים אפשריים למצב החדש – בהקשר הארטילרי, הפתרון היה פיזור התותחים לעמדות מסתור ומחסה וריכוז האש באמצעות כינון עקיף במקום ריכוז התותחים מול פני האויב בכינון ישיר. הבעיה היתה, שחסרו כמה אמצעים בסיסיים שיאפשרו יישום פתרון זה – בראש ובראשונה אמצעי קשר נייד, אמין ונוח. בהעדר אמצעי קשר מתאים נאלצו המצביאים לבחור בין תורה המדגישה את שרידות התותחים לבין תורה המדגישה את יעילות האש של התותחים – התותחנים לא מצאו דרך שתאפשר להם לשלב את שתי התכונות יחד. כל אחד מצבאות אירופה נאלץ להחליט איזו תכונה עדיפה, ואז כתב תורה, הצטייד והתאמן בהתאם לה.