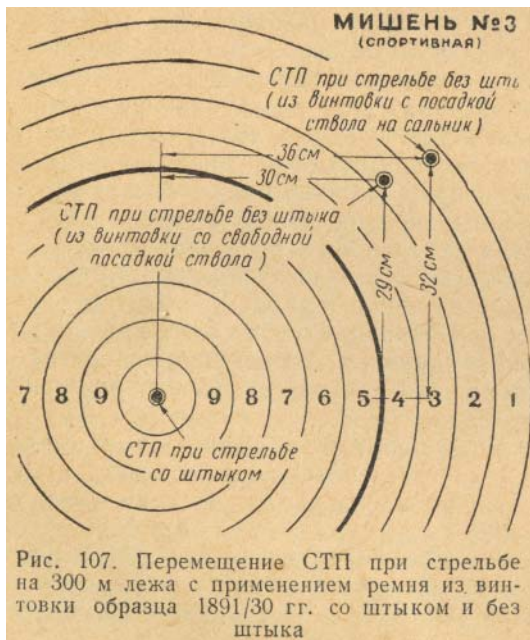


кия характера вибрации ствола образуется угол вылета отрицательный, а без штыка — положительный. Кроме того, из-за примыкания штыка к стволу справа центр тяжести винтовки смещается также вправо; во время выстрела образуется пара



сил, которая вращает винтовку в сторону, противоположную примыканию штыка (рис. 106). Поэтому, если из винтовки, пристрелянной со штыком, начать стрелять без него, то средняя точка попадания (СТП) резко изменится. Для наглядности этого на рис. 107 приводятся суммарные данные стрельбы лежа с применением ремня, проведенной мастерами спорта О. Карвосеноя и Г. Любарским (Ленинград) из армейской винтовки образца 1891/30 гг. — со штыком и без штыка.

Учитывая большое влияние штыка на образование угла вылета и перемещение СТП, нужно всегда следить за тем, чтобы он не качался и плотно примыкал к стволу.



Погнутость штыка также влияет на изменение СТП. Если штык погнут вправо, то СТП переместится вправо; если он погнут вверх, то СТП переместится вниз. А поэтому стрелок должен тщательно оберегать штык от изгиба. В этом отношении особенно нужно быть внимательным при дульных стрельбах, когда бывают частые падения во время перебежек, удары и утыкания штыка в грунт или дерн на огневом рубеже.

В заключение нужно отметить, что отдача и вибрация ствола оказывают существенное влияние на меткость при стрельбе с использованием упора. Практика показывает, что при переходе от жесткого упора к мягкому и наоборот соприкосновение винтовки с упором дальше или ближе к дульной или казенной части заметно сказывается и на кучности боя, и на меткости стрельбы — на изменении СТП.

Чтобы избежать неожиданных перемещений СТП и разброса пуль при использовании упора, лучше всего на него винтовку не класть, а использовать упор в качестве подставки для предплечья и кисти левой руки. При этом использование упора не должно мешать обычной изготовке стрелка.

Глава III ВНЕШНЯЯ БАЛЛИСТИКА

ОБРАЗОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ

Пуля, получив при вылете из канала ствола определенную начальную скорость, стремится по инерции сохранить величину и направление этой скорости.

Если бы полет пули совершался в безвоздушном пространстве и на нее не действовала сила тяжести, пуля двигалась бы

прямолинейно, равномерно и бесконечно. Однако на пулю, летящую в воздушной среде, действуют силы, которые изменяют скорость ее полета и направление движения. Этими силами являются сила тяжести и сила сопротивления воздушной среды (рис. 108).

Вследствие совместного действия этих сил пуля теряет скорость и изменяет направление своего движения, перемещаясь в воздушной среде по кривой линии, проходящей ниже направления оси канала ствола.

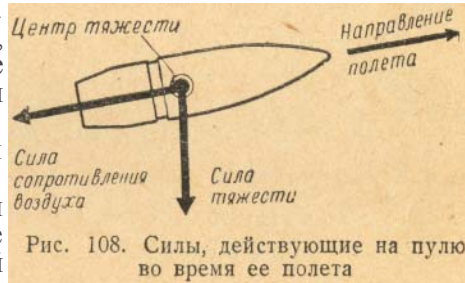


Рис. 108. Силы, действующие на пулю во время ее полета

Линия, которую описывает в пространстве центр тяжести движущейся пули (снаряда), называется *траекторией*.

Обычно баллистика рассматривает траекторию над (или под) горизонтом оружия — воображаемой бесконечной горизонтальной плоскостью, проходящей через точку вылета (рис. 109).



Рис. 109. Горизонт оружия

Движение пули, а, следовательно, и фигура траектории зависят от многих условий. Поэтому, чтобы уяснить себе, как образуется в пространстве траектории пули, необходимо рассмотреть прежде всего, как действуют на пулю в отдельности сила тяжести и сила сопротивления воздушной среды. Действие силы тяжести. Представим себе, что на пулю после вылета ее из канала ствола не действует никакая сила. В этом случае пуля двигалась бы по инерции бесконечно, равномерно и прямолинейно



Рис. 110. Движение пули по инерции (если бы не было силы тяжести и сопротивления воздуха)

по направлению оси канала ствола; за каждую секунду она пролетала бы одинаковые расстояния с постоянной скоростью, равной начальной. В этом случае, если бы ствол оружия был направлен прямо в цель, пуля, следуя в направлении оси канала ствола, попала бы в нее (рис. 110).

Допустим теперь, что на пулю действует только одна сила тяжести. Тогда пуля начнет падать вертикально вниз, как и всякое свободно падающее тело.

Как известно из механики, высота падения $H = \frac{gt^2}{2}$, где g — ускорение силы тяжести (9,8 м/сек), t — время в секундах.

Так, за 1 сек. пуля упадет вниз на $\frac{9,8 \cdot 1^2}{2} = 4,9$ м,
 за 2 сек. $\frac{9,8 \cdot 2^2}{2} = 19,6$ м, за 3 сек. — 44,1 м, за 4 сек. — 78,4 м и т. д. (рис. 111).



Рис. 111. Падение пули (в пустоте) под действием силы тяжести

Если предположить, что на пулю при ее полете по инерции в безвоздушном пространстве действует сила тяжести, то под действием этой силы пуля опустится ниже от продолжения оси канала ствола - в первую секунду — на 4,9 м, во вторую - на 19,6 м и т. д. В этом случае, если навести ствол оружия в цель, пуля никогда в нее не попадет, так как, подвергаясь действию силы тяжести, она пролетит под целью (рис. 112).

Вполне очевидно, что для того, чтобы пуля пролетела определенное расстояние и попала в цель, необходимо направить ствол

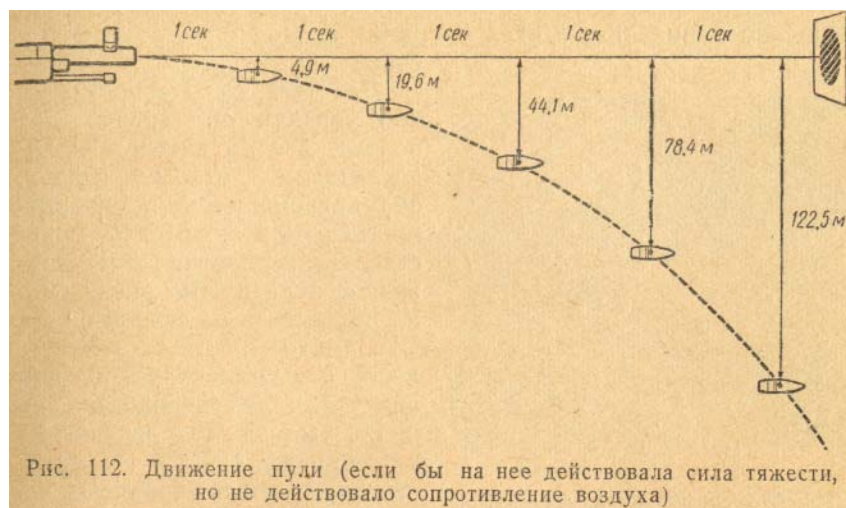
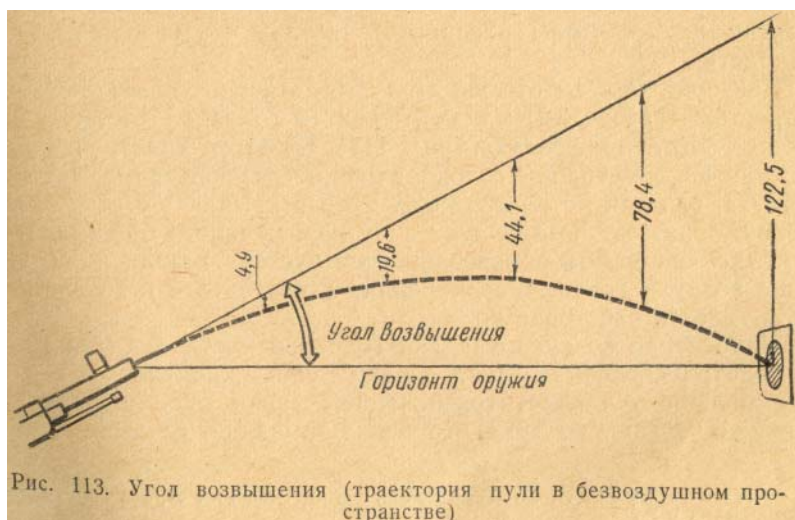


Рис. 112. Движение пули (если бы на нее действовала сила тяжести, но не действовало сопротивление воздуха)

оружия куда-то выше цели. Для этого нужно, чтобы ось канала ствола и плоскость горизонта оружия составляли некоторый угол, который называется углом возвышения (рис. 113). Как видно из рис. 113, траектория пули в безвоздушном пространстве, на которую действует сила тяжести, представляет со-



бой правильную кривую, которая называется параболой. Самая высокая точка траектории над горизонтом оружия называется ее вершиной. Часть кривой от точки вылета до вершины называется восходящей ветвью. Такая траектория пули характерна тем, что восходящая и нисходящая ветви совершенно одинаковы, а угол бросания и падения равны между собой.



Действие силы сопротивления воздушной среды. На первый взгляд кажется маловероятным, чтобы воздух, обладающий такой малой плотностью, мог оказывать существенное сопротивление движению пули и этим значительно уменьшать ее скорость.

Однако опытами установлено, что сила сопротивления воздуха, действующего на пулю, выпущенную из винтовки образца 1891/30 гг., представляет собой большую величину — 3,5 кг¹.

Учитывая, что пуля весит всего лишь несколько граммов, становится вполне очевидным большое тормозящее действие, которое оказывает воздух на летящую пулю.

Во время полета пуля расходует значительную часть своей энергии на то, чтобы раздвинуть частицы воздуха, мешающие ее полету.

Как показывает фотоснимок пули, летящей со сверхзвуковой скоростью (свыше 340 м/сек), перед ее головной частью образуется уплотнение воздуха (рис. 114). От этого уплотнения расходится во все стороны головная баллистическая волна. Частицы воздуха, скользя по поверхности пули и срываясь с ее боковых стенок, образуют позади пули зону разреженного пространства. Стремясь заполнить образовавшуюся пустоту позади пули, частицы воздуха создают завихрения, в результате чего за дном пули тянется хвостовая волна.

Уплотнение воздуха впереди головной части пули тормозит ее полет; разреженная зона позади пули засасывает ее и этим еще больше усиливает торможение; стенки пули испытывают трение о частицы воздуха, что также замедляет ее полет. Равнодействующая этих трех сил и составляет силу сопротивления воздуха. Насколько велико действие сопротивления воздуха на полет пули, можно судить по графику, изображенному на рис. 115.

Огромное влияние, оказываемое сопротивлением воздуха на полет пули, также видно из следующего примера. Легкая пуля, выпущенная из винтовки образца 1891/30 гг. в обычных условиях (при сопротивлении воздуха), имеет наибольшую горизонтальную дальность полета 3400 м, а при стрельбе в безвоздушном пространстве она могла бы пролететь 76 км.

¹ Пономарев. П. Д., Прикладная баллистика для стрелка. Воениздат, 1939, стр. 84 и 85

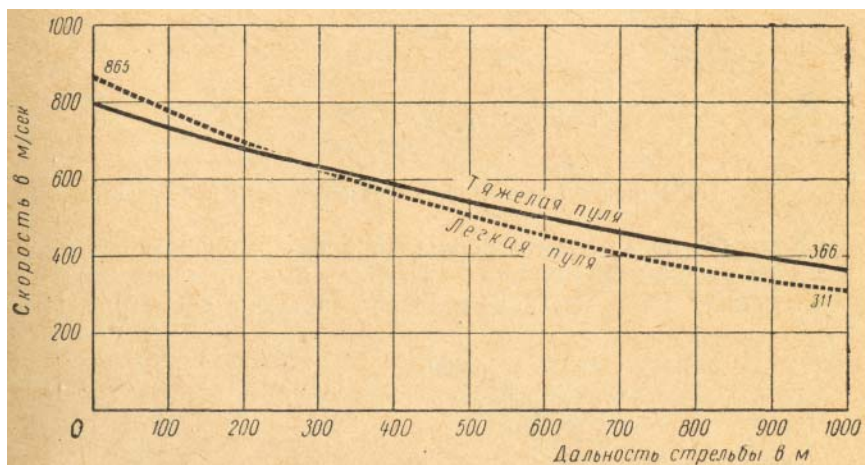


Рис. 115. Окончательная скорость легкой и тяжелой пули при стрельбе из винтовки образца 1891/30 гг.

Следовательно, под действием силы сопротивления воздуха траектория пули теряет форму правильной параболы, приобретая форму несимметричной кривой линии; вершина делит ее на две неравные части, из которых восходящая ветвь всегда длиннее и отложе нисходящей. При стрельбе на средние дистанции можно условно принимать отношение длины восходящей ветви траектории к нисходящей, как 3:2.

ДЕЙСТВИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ВОЗДУХА НА ПУЛЮ ПРОДОЛГОВАТОЙ ФОРМЫ

Выше было сказано о том, что сопротивление воздуха оказывает сильное тормозящее действие на пулю, из-за чего она теряет свою скорость.

Для того чтобы сопротивление воздуха меньше тормозило пулю во время полета, вполне очевидно, что нужно уменьшить калибр и увеличить ее вес. Эти соображения и привели к необходимости применения пули продолговатой формы.

Однако чтобы разобраться, как действует на такую пулю сила сопротивления воздуха, мало знать величину этой силы, нужно знать также направление, в котором она действует, и точку ее приложения.

Пуля при полете стремится по инерции сохранить то направление своей продольной оси, которое было ей придано стволом оружия.

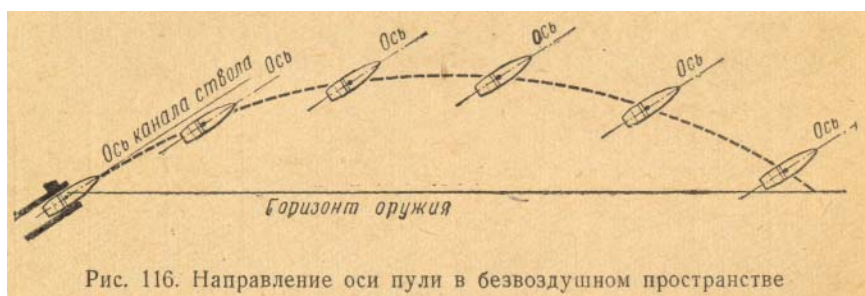


Рис. 116. Направление оси пули в безвоздушном пространстве

Если бы полет пули совершался в безвоздушном пространстве, то направление ее продольной оси было бы неизменным и пуля падала бы на землю не головной частью, а дном (рис. 116).



Рис. 117. Действие силы сопротивления воздуха на пулю в самом начале ее полета

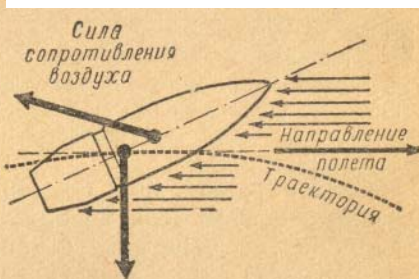


Рис. 118. Действие силы сопротивления воздуха на пулю во время ее полета

Однако при действии на пулю силы сопротивления воздуха полет ее будет совсем иным. В первый момент, когда пуля вылетает из канала ствола, сопротивление воздуха только тормозит ее движение (рис. 117). Но как только пуля начинает под действием силы тяжести опускаться вниз, частицы воздуха начнут давить не только на головную часть, но и на боковую поверхность ее (рис. 118).

Чем больше пуля будет опускаться, тем больше она будет и подставлять сопротивлению воздуха свою боковую поверхность.

А так как частицы воздуха оказывают на головную часть пули значительно большее давление, чем на хвостовую, они стремятся опрокинуть пулю головной частью назад (рис. 119).

Следовательно, сила сопротивления воздуха не только тормозит пулю при ее полете, но и стремится опрокинуть ее головную

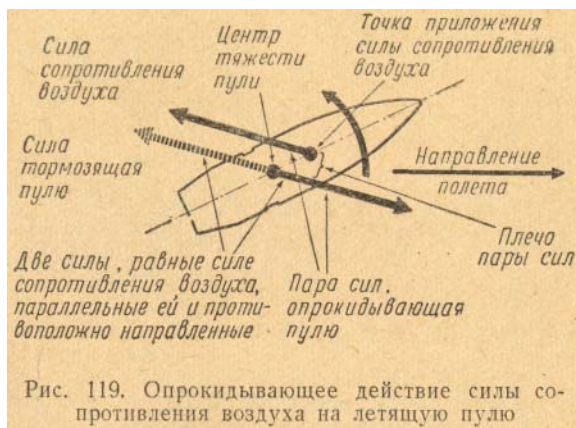


Рис. 119. Опрокидывающее действие силы сопротивления воздуха на летящую пулю

часть назад. Чем больше скорость пули и чем она длиннее, тем сильнее на нее оказывает воздух опрокидывающее действие. Вполне понятно, что при таком действии сопротивления воздуха пуля во время своего полета начнет кувыркаться (рис. 120). При

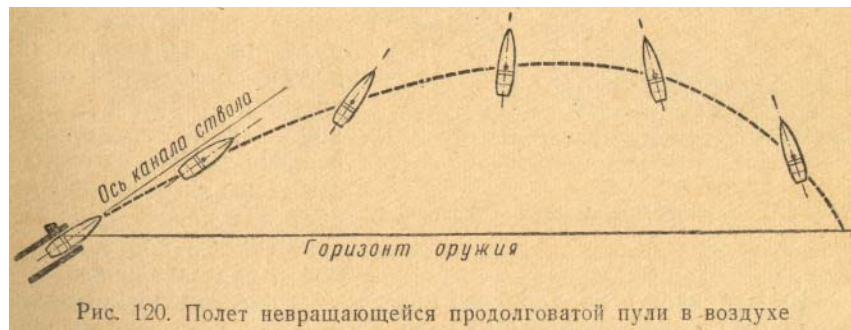


Рис. 120. Полет невращающейся продолговатой пули в воздухе

этом, подставляя воздуху то одну сторону, то другую, пуля будет быстро терять скорость, в связи с чем дальность полета будет небольшой, а кучность — неудовлетворительной.

ВРАЩЕНИЕ ПУЛИ ВОКРУГ СВОЕЙ ПРОДОЛЬНОЙ ОСИ

Общеизвестно, что тело приобретает значительную устойчивость, если ему придать быстрое вращательное движение вокруг своей оси. Примером устойчивости вращающегося тела может служить игрушка «волчок». Не вращающийся «волчок» не будет стоять на своей заостренной ножке, но если «волчку» придать быстрое вращательное движение вокруг своей оси, он будет устойчиво стоять на ней (рис. 121).



Рис. 121. Волчок



Рис. 122. Канал ствола нарезного оружия

Чтобы пуля приобрела способность бороться с опрокидывающим действием силы сопротивления воздуха, сохранила устойчивость при полете, ей придают быстрое вращательное движение вокруг своей продольной оси. Это быстрое вращательное движение пуля приобретает благодаря винтообразным нарезам в ка-

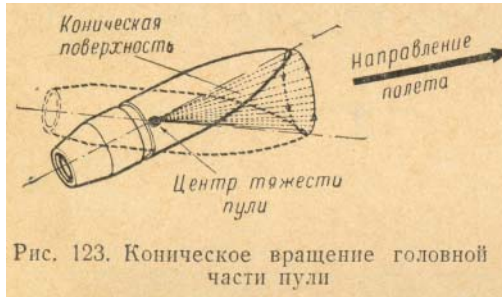


Рис. 123. Коническое вращение головной части пули

нале ствола оружия (рис. 122). Под действием давления пороховых газов пуля продвигается по каналу ствола вперед, одновременно вращаясь вокруг своей продольной оси. По вылете из ствола пуля по инерции сохраняет полученное сложное движение - поступательное и вращательное.

Не вдаваясь в подробности объяснения физических явлений, связанных с действием сил на тело, испытывающее сложное движение, необходимо все же

сказать о том, что пуля при полете совершает правильные колебания и своей головной частью описывает вокруг траектории окружности (рис. 123). При этом продольная ось пули как бы «следит» за траекторией, описывая вокруг нее коническую поверхность (рис. 124).

Если применить законы механики к летящей пуле, то станет очевидным, что чем больше скорость ее движения и чем пуля длиннее, тем сильнее воздух стремится ее опрокинуть. Поэтому пулям патронов разного типа необходимо придавать различную скорость вращения. Так, легкая пуля, выпущенная из винтовки образца 1891/30 гг., имеет скорость вращения 3604 об/сек, а пуля, выпущенная из малокалиберной винтовки, — только 830 об/сек.



Рис. 124. Полет вращающейся пули в воздухе

Однако вращательное движение пули, столь необходимое для придания ей устойчивости во время полета, имеет и свои отрицательные стороны.

На быстро вращающуюся пулю, как уже было сказано, оказывает непрерывное опрокидывающее действие сила сопротивле-

ния воздуха, в связи с чем головная часть пули описывает вокруг траектории окружность. В результате сложения этих двух вращательных движений возникает новое движение, отклоняющее ее головную часть в сторону от плоскости стрельбы² (рис. 125). При этом одна боковая поверхность пули подвергается давлению частиц больше, чем другая. Такое неодинаковое давление воздуха на боковые поверхности пули и отклоняет ее в сторону от плоскости стрельбы. Боковое отклонение вращающейся пули от плоскости стрельбы в сторону ее вращения называется *деривацией* (рис. 126).

По мере удаления пули от дульного среза оружия величина деривационного отклонения ее быстро и прогрессивно возрастает.



Рис. 125. В результате двух вращательных движений пуля постепенно поворачивает головную часть вправо (в сторону вращения)

² Плоскость стрельбы — вертикальная плоскость, проходящая через ось канала ствола.

А.А.Юрьев, Спортивная стрельба
Москва, ФиС, 1962 г. (Издание второе)

При стрельбе на ближние и средние расстояния деривация не имеет большого практического значения для стрелка-спортсмена. Так, при дальности стрельбы на 300 м деривационное отклонение равно 2 см, а на 600 м — 12 см. Деривацию приходится учитывать только при особо точной стрельбе на дальние расстояния, внося соответствующие поправки в установку прицела, сообразуясь с таблицей деривационных отклонений пули для определенной дальности стрельбы.

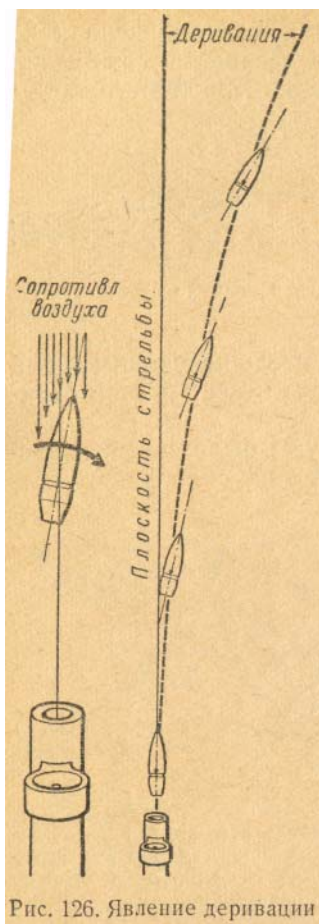


Рис. 126. Явление деривации

ЗАВИСИМОСТЬ ФИГУРЫ ТРАЕКТОРИИ ОТ УГЛА БРОСАНИЯ. ЭЛЕМЕНТЫ ТРАЕКТОРИИ

Выше уже было сказано, что для бросания пули на определенную дальность необходимо придать стволу оружия некоторое возвышение относительно горизонта оружия. Угол, образуемый горизонтом оружия и продолжением оси канала ствола до выстрела, называется углом возвышения.

Однако правильнее говорить о зависимости горизонтальной дальности стрельбы, а, следовательно, и фигуры траектории от угла бросания, который является алгебраической суммой угла возвышения и угла вылета (см. стр. 99).

Если угол вылета отрицательный (при стрельбе из винтовки образца 1891/30 гг. со штыком), то угол бросания меньше угла возвышения, и, наоборот, если угол вылета положительный, то угол бросания больше угла возвышения (рис. 127).

Итак, между горизонтальной дальностью полета пули и углом бросания существует определенная зависимость.

Согласно законам механики, наибольшая горизонтальная дальность полета в безвоздушном пространстве соответствует углу бросания, равному 45° . При увеличении угла от 0 до 45° дальность полета пули возрастает, а затем при дальнейшем увеличении углов от 45 до 90° — уменьшается. Угол бросания, при котором горизонтальная дальность полета пули будет наибольшей, называется углом наибольшей дальности.

При полете пули в воздухе угол наибольшей дальности не достигает величины 45° ; в зависимости от веса и формы пули его величина для современного стрелкового оружия колеблется в пределах 30 — 35° . Угол наибольшей дальности для винтовки образца 1891/30 гг. при стрельбе легкой пулей равен 35° .

Траектории, образуемые при углах бросания меньше угла наибольшей дальности (0 — 35°), называются настильными. Траектории, образуемые при углах бросания больше угла наи-

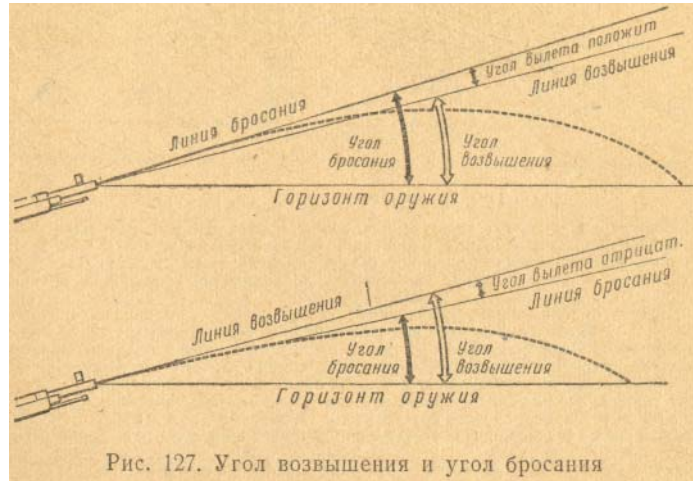


Рис. 127. Угол возвышения и угол бросания

большей дальности (35 — 90°), называются навесными (рис. 128),

При изучении движения пули в воздухе применяют обозначения элементов траектории, указанные на рис. 129.

При стрельбе из винтовок и пистолетов углом возвышения непосредственно не пользуются. Многие стрелки-спортсмены вообще не задумываются, под каким углом возвышения или бросания нужно стрелять. В стрелковой практике оказалось значительно удобней угол бросания заменить другим, очень схожим с ним — углом прицеливания (рис. 130). Поэтому, с некоторым отступлением от изложения вопросов внешней баллистики, ниже приводятся элементы наводки (рис. 131).

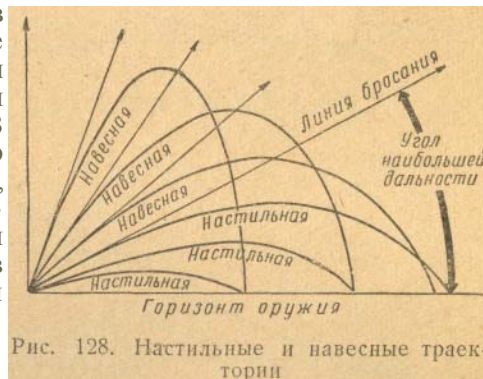


Рис. 128. Настильные и навесные траектории

А.А.Юрьев, Спортивная стрельба
Москва, ФиС, 1962 г. (Издание второе)

С точки зрения стрелковой практики стрелку-спортсмену нужно знать степень отлогости траектории пуль, применяемых при спортивной стрельбе. Поэтому ниже приводятся графики,

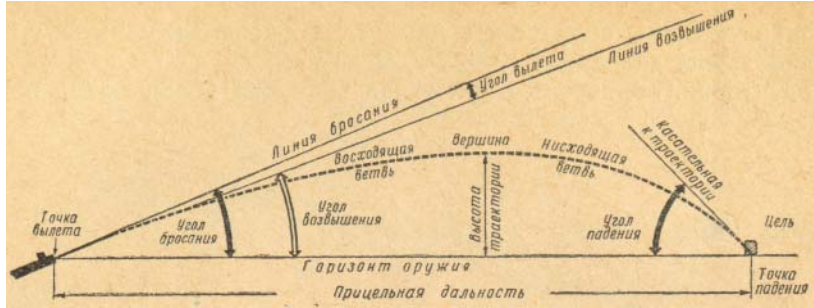


Рис. 129. Траектория и ее элементы:

точка вылета - центр дульного среза ствола; она является началом траектории; *горизонт оружия* - горизонтальная плоскость, проходящая через точку вылета. На чертежах и рисунках, изображающих траекторию сбоку, горизонт имеет вид горизонтальной линии; *линия возвышения* — прямая линия, являющаяся продолжением оси канала ствола наведенного оружия; *линия бросания* - прямая линия, являющаяся продолжением оси канала ствола в момент выстрела. Касательная к траектории в точке вылета; *плоскость стрельбы* - вертикальная плоскость, проходящая через линию возвышения; *угол возвышения* - угол, составленный линией возвышения и горизонтом оружия; *угол бросания* - угол, составленный линией бросания и горизонтом оружия; *угол вылета* - угол, составленный линией возвышения и линией бросания; *точка падения* - точка пересечения траектории с горизонтом оружия; *угол падения* - угол, составленный из касательной к траектории в точке падения и горизонтом оружия; *горизонтальная дальность* - расстояние от точки вылета до точки падения; *вершина траектории* - наивысшая точка траектории над горизонтом оружия. Вершина делит траекторию на две части — ветви траектории; *восходящая ветвь траектории* - часть траектории от точки вылета до вершины; *нисходящая ветвь траектории* - часть траектории от вершины до точки падения; *высота траектории* - расстояние от вершины траектории до горизонта оружия

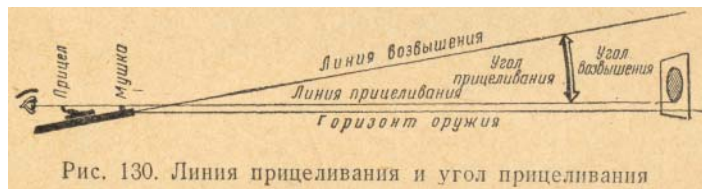


Рис. 130. Линия прицеливания и угол прицеливания (упрощенно)



Рис. 131. Элементы наводки: *линия прицеливания* - прямая, проходящая от глаза стрелка через середину прорези прицела и вершину мушки в точку прицеливания; *точка прицеливания* — точка пересечения линии прицеливания с целью или плоскостью цели (при выносе точки прицеливания); *угол прицеливания* — угол, составленный линией прицеливания и линией возвышения; *угол места цели* — угол, составленный линией прицеливания и горизонтом оружия; *угол возвышения* - алгебраическая сумма углов прицеливания и угла места цели

А.А.Юрьев, Спортивная стрельба
 Москва, ФиС, 1962 г. (Издание второе)

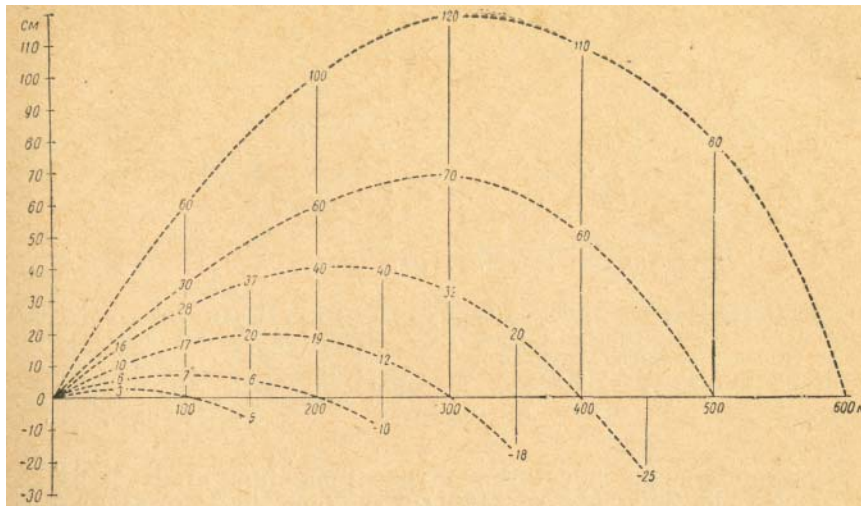


Рис. 132. Превышение траектории над линией прицеливания при стрельбе тяжелой пулей из армейской винтовки образца 1891/30 гг.

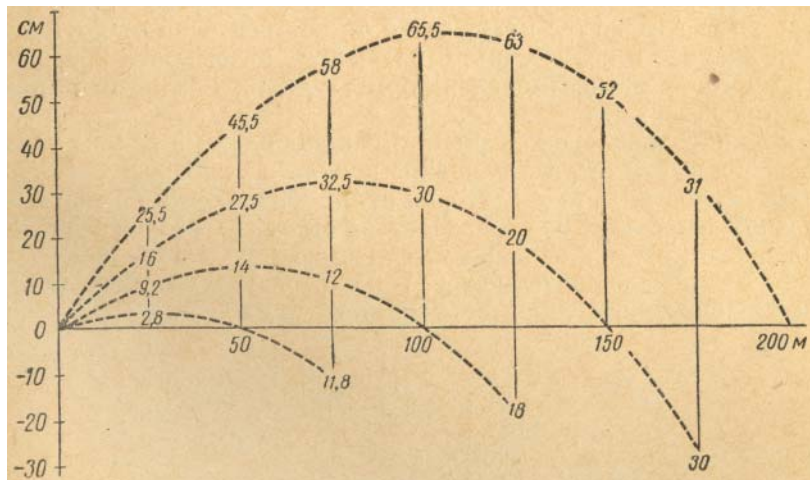


Рис. 133. Превышение траектории пули над линией прицеливания при стрельбе из малокалиберной винтовки (при $v_0 = 300$ м/сек)

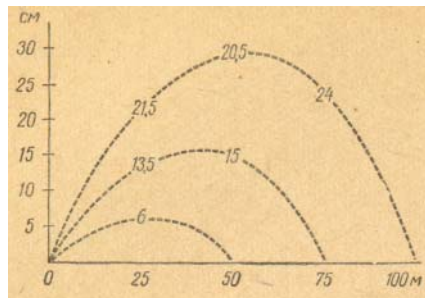


Рис. 134. Превышение траектории пули над линией прицеливания при стрельбе из малокалиберного пистолета (при $v_0 = 210$ м/сек)

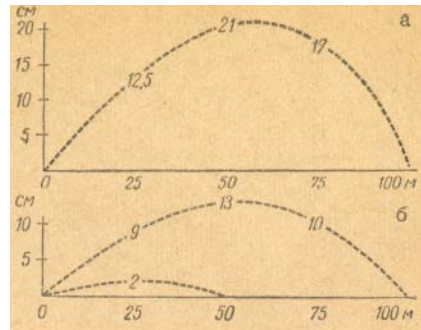


Рис. 135. Превышение траектории пули над линией прицеливания при стрельбе:

а — из револьвера образца 1895 г. (при $v_0 = 260$ м/сек); б — из пистолета АПС (при $v_0 = 340$ м/сек)

характеризующие превышение траектории при стрельбе из армейской винтовки образца 1891/30 гг. (рис. 132), малокалиберных винтовок (рис. 133), пистолетов и револьверов (рис. 134 и 135).

ЗАВИСИМОСТЬ ФИГУРЫ ТРАЕКТОРИИ ОТ ВЕЛИЧИНЫ НАЧАЛЬНОЙ СКОРОСТИ ПУЛИ, ЕЕ ФОРМЫ И ПОПЕРЕЧНОЙ НАГРУЗКИ

Сохраняя свои основные свойства и элементы, траектории пуль по своей фигуре могут резко отличаться одна от другой - быть длиннее и короче, иметь различную отлогость и кривизну. Эти многообразные изменения формы траектории зависят от ряда факторов.

Влияние начальной скорости. Если под одним и тем же углом бросания выпустить две одинаковые пули с различными начальными скоростями, то траектория пули, обладающей большей начальной скоростью, будет находиться выше траектории пули, обладающей меньшей начальной скоростью (рис. 136).

Пуле, обладающей меньшей начальной скоростью, потребуется больше времени, чтобы долететь до мишени, в связи с чем

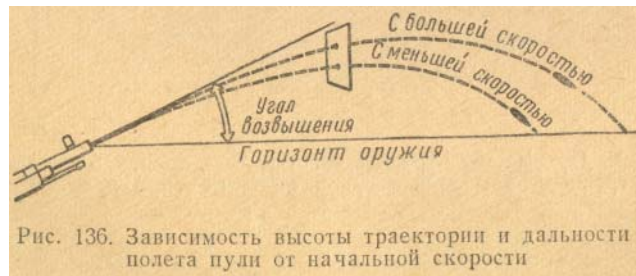


Рис. 136. Зависимость высоты траектории и дальности полета пули от начальной скорости

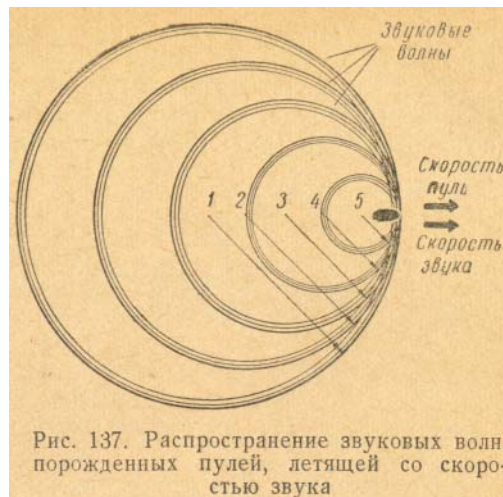


Рис. 137. Распространение звуковых волн, порожденных пулей, летящей со скоростью звука

она успеет и значительно больше опуститься вниз под действием силы тяжести. Очевидно также, что с увеличением скорости увеличивается и дальность полета пули.

Влияние формы пули. Стремление увеличить дальность и меткость стрельбы потребовало придать пуле такую форму, которая позволяла бы ей как можно дольше сохранить скорость и устойчивость в полете.

Как уже было сказано, сгущение частиц воздуха перед головной частью пули и зона разреженного пространства позади нее являются основными факторами силы сопротивления воздуха. Головная волна, резко увеличивающая торможение пули, возникает при ее скорости, равной скорости звука или превышающей ее (свыше 340 м/сек).

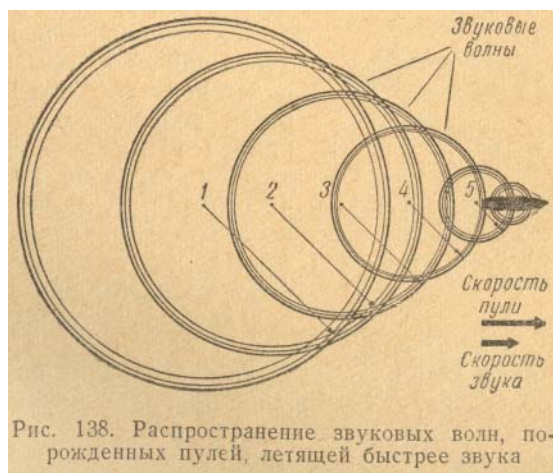


Рис. 138. Распространение звуковых волн, порожденных пулей, летящей быстрее звука

Если скорость пули меньше скорости звука, то она летит у самого гребня звуковой волны; в этом случае пуля не испытывает большого сопротивления воздуха (рис. 137). Если же ее скорость больше скорости звука, то пуля обгоняет все звуковые волны, образующиеся перед ее головной частью (рис. 138); в этом случае возникает головная баллистическая волна, которая очень тормозит полет пули, отчего она быстро теряет скорость.

Если взглянуть на характер очертаний головной волны и завихрений воздуха, которые возникают при движении различных по форме пуль (рис. 139), то видно, что давление на головную часть пули тем меньше, чем пуля острее. Зона разреженного пространства позади пули будет тем меньше, чем больше скошена хвостовая часть пули; в этом случае завихрений позади летящей пули будет также меньше.

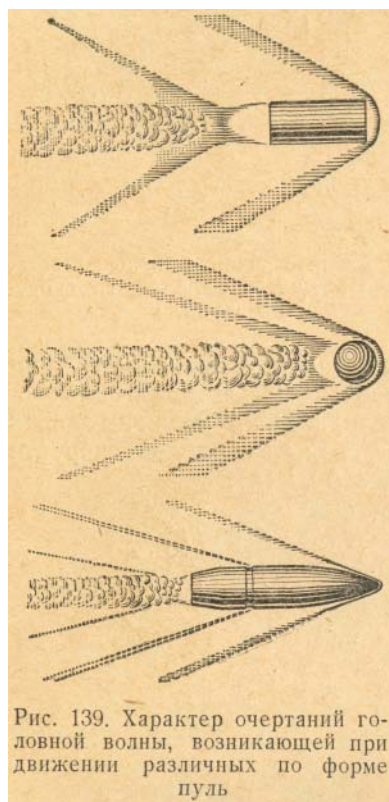


Рис. 139. Характер очертаний головной волны, возникающей при движении различных по форме пуль

И теория, и тщательное практическое изучение полностью подтвердили, что наиболее удобообтекаемая форма пули такая, которая очерчена по так называемой кривой наименьшего сопротивления, сигаровидной формы. Опыты показывают, что коэффициент сопротивления воздуха, в зависимости только от головной части пули, может изменяться в полтора-два раза.

Более подробное изучение вопроса влияния формы пули на ее полет показало, что каждой скорости полета соответствует своя, наиболее выгодная форма пули.

При стрельбе на небольшие расстояния пулями, имеющими небольшую начальную скорость, форма их не очень влияет на фигуру траектории. Поэтому револьверные, пистолетные и малокалиберные патроны снаряжаются тупоконечными пулями. Такая форма значительно удобнее для перезарядки оружия, а также больше обеспечивает сохранение правильной формы пули без оболочек (к малокалиберному оружию и т. д.).

Учитывая большую зависимость точности стрельбы от формы пули, стрелку необходимо оберегать пулю от деформации, следить, чтобы на ее поверхности не появились царапины, забоины, вмятины и т. п.

Влияние поперечной нагрузки. Чем тяжелее пуля, тем большей кинетической энергией она будет

обладать, следовательно, тем меньше будет влиять на ее полет сила сопротивления воздуха. Однако способность пули сохранять свою скорость зависит не просто от ее веса, а от отношения веса к площади, встречающей сопротивление воздуха.

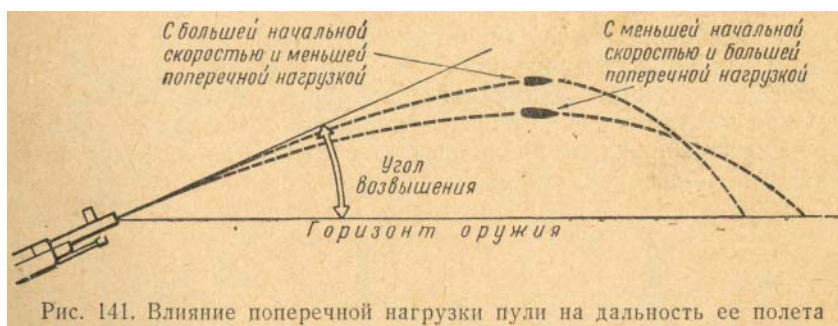
Поперечной нагрузкой называется отношение веса пули к площади ее наибольшего поперечного сечения (рис. 140).



Поперечная нагрузка будет тем больше, чем больше вес пули и чем меньше ее калибр. Следовательно, при одинаковом калибре поперечная нагрузка будет больше у пули более длинной, чем короткой.

Пуля с большей поперечной нагрузкой имеет и большую дальность полета, и более отлогую траекторию (рис. 141).

Однако, несмотря на преимущества пули с большей поперечной нагрузкой, есть и определенный предел ее увеличения.



Прежде всего, с увеличением поперечной нагрузки (при том же калибре) возрастает общий вес пули, а значит, и отдача оружия. Кроме того, увеличение поперечной нагрузки за счет чрезмерного удлинения пули вызовет более значительное опрокидывающее действие головной ее части назад силой сопротивления воздуха. Исходя из этого, и устанавливаются наиболее выгодные габариты современных пуль. Так, поперечная нагрузка легкой пули (вес 9,6 г) для винтовки образца 1891/30 гг. равна 21,1 г/см², а тяжелой пули (вес 11,75 г)—26 г/см². Поперечная нагрузка малокалиберной пули (вес 2,6 г) равна 10,4 г/см². Насколько велико значение поперечной нагрузки пули на ее полет, видно из следующих данных: тяжелая пуля, имеющая начальную скорость 800 м/сек, обладает наибольшей дальностью полета 5100 м, а легкая пуля, при большей начальной скорости, равной 865 м/сек— всего 3400 м.

ЗАВИСИМОСТЬ ТРАЕКТОРИИ ОТ АТМОСФЕРНЫХ (МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ) УСЛОВИЙ

Атмосферные условия, непрерывно изменяясь во время стрельбы, могут оказывать большое влияние на полет пули, отклоняя ее в сторону от приданого направления. Однако если стрелок будет располагать некоторыми знаниями и практическим опытом, он сможет в значительной мере ослабить вредное влияние атмосферных условий на меткость стрельбы.

Поскольку расстояния, на которые ведется спортивная стрельба, относительно невелики, и пуля пролетает их за очень малый промежуток времени, некоторые атмосферные факторы, как, например, плотность воздуха, не успевают оказать существенного влияния на полет пули. Поэтому при спортивной стрельбе приходится учитывать главным образом влияние ветра и, в известной степени, температуру воздуха.

Влияние ветра. Встречный и попутный ветры незначительно влияют на стрельбу, поэтому стрелки обычно пренебрегают их действием; так, при дальности стрельбы на 600 м сильный (10 м/сек) встречный или попутный ветер изменяет СТП на высоте всего лишь на 4 см.

Однако боковой ветер значительно отклоняет пули в сторону, причем даже при стрельбе на близкие расстояния.

Ветер характеризуется силой (скоростью) и направлением.

Сила ветра определяется его скоростью в метрах в секунду. В стрелковой практике различают ветер: слабый — 2 м/сек, умеренный — 4—5 м/сек, сильный — 8—10 м/сек.

А.А.Юрьев, Спортивная стрельба
Москва, ФиС, 1962 г. (Издание второе)



Рис. 142. Определение силы ветра по флагу и по дыму

Силу и направление ветра стрелки практически определяют по различным местным признакам — с помощью флага, по движению дыма, колебанию травы, кустов и деревьев и т. д. (рис. 142).

В зависимости от силы и направления ветра во время стрельбы следует либо производить боковую поправку прицела, либо выносить точку прицеливания в сторону с учетом отклонения пули под действием ветра (при стрельбе по фигурным целям). В табл. 14 и 15 даны величины отклонения пули под влиянием бокового ветра.

Таблица 14

Отклонение пули при стрельбе из винтовок калибра 7,62 мм под влиянием бокового ветра

Дальность стрельбы, м	Отклонение легкой пули (вес 9,6 г), см			Отклонение тяжелой пули (вес 11,8 г), см		
	Ветер слабый (2 м/сек)	Ветер умеренный (4 м/сек)	Ветер сильный (8 м/сек)	Ветер слабый (2 м/сек)	Ветер умеренный (4 м/сек)	Ветер сильный (8 м/сек)
100	1	3	6	1	2	4
200	4	9	18	4	8	18
300	10	20	41	10	20	41
400	20	40	84	20	40	84
500	34	68	140	34	68	140
600	52	100	210	48	100	200
700	76	150	300	70	140	280
800	110	210	420	96	180	360
900	140	280	570	120	230	480
1000	180	360	730	150	300	590

Таблица 15

Отклонение пули при стрельбе из малокалиберной винтовки под влиянием бокового ветра

Дальность стрельбы, м	Отклонение, см		
	Ветер слабый (2 м/сек)	Ветер умеренный (4 м/сек)	Ветер сильный (8 м/сек)
25	—	1	2
50	1,5	3	6
100	3	6	12
200	8	16	32

Как видно из табл. 14 и 15, отклонение пули при стрельбе на малые расстояния почти пропорционально силе (скорости) ветра. Из табл. 14 также видно, что при стрельбе из армейской и произвольной винтовок на 300 м боковой ветер скоростью 1 м/сек сносит пулю в сторону на один габарит мишени № 3 (5 см). Этими упрощенными данными и следует пользоваться в практике при определении величины поправок на ветер.

Косой ветер (под углом к плоскости стрельбы 45, 135, 225 и 315°, рис. 143) отклоняет пулю в два раза меньше, чем боковой.

Однако во время стрельбы производить поправку на ветер, так сказать «формально», руководствуясь исключительно табличными данными, конечно, нельзя; они должны служить только исходным материалом и помогать стрелку ориентироваться в сложных условиях стрельбы при ветре.

Практически редко бывает так, чтобы на таком сравнительно малом участке местности, как

стрельбище, ветер все время имел одинаковое направление, а тем более и одинаковую силу. Обычно ветер дует порывами. Поэтому стрелку-спортсмену необходимо

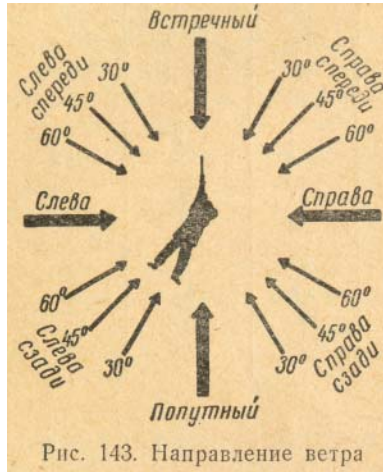


Рис. 143. Направление ветра

приобретать умение приурочивать выстрел к тому времени, когда сила и направление ветра будут приблизительно такими же, как и при производстве предыдущих выстрелов, т. е. стрелять при определенном метеорологическом режиме.

Во время стрельбы на стрельбище обычно вывешивают флаги, чтобы стрелок мог определить силу и направление ветра. При этом стрелку нужно научиться правильно руководствоваться показаниями флагов, не доверяясь им слепо, чтобы не допустить ошибки. Не следует целиком полагаться на показания флагов, если они высоко укреплены над линией мишеней и линией огня; нельзя также доверять флагам, установленным у опушки леса, у крутых обрывов, оврагов и ложбин, так как скорость ветра в различных слоях атмосферы, а также у неровностей местности, препятствий различна. В качестве примера

на рис. 144 представлены ориентировочные данные о скорости ветра летом на равнине на различной высоте от земли. Из рисунка понятно, что показания флагов, установленных на высоком пулеприемном валу или на высокой мачте, не будут соответствовать истинной силе ветра, которая непосредственно действует на пулю; нужно руководствоваться показаниями флагов, бумажных ленточек и т. п., установленных на уровне оружия во время стрельбы.

Нужно также иметь в виду, что ветер, обтекая неровности местности, может создавать всевозможные завихрения. Если флажки устанавливаются по всей трассе стрельбы, то они часто показывают совершенно различное, даже противоположное, направление ветра. Поэтому не следует всегда руководствоваться показаниями только одного флага; нужно стараться определить направление и силу ветра по всей трассе стрельбы, внимательно наблюдая за колебаниями травы, кустов на участке местности, лежащем между стрелком и целью.

Естественно, для того чтобы производить точные поправки на ветер, необходимо располагать определенным практическим опытом; приобретение его требует от стрелка-спортсмена постоянного внимания и наблюдений, тщательного изучения действий ветра вообще, и в частности на данном стрельбище, систематических записей условий, при которых проводится стрельба. Со временем у стрелка вырабатывается подсознательное чувство, появляется опыт, которые позволяют ему быстро ориентироваться

в метеорологической обстановке и производить нужные поправки, обеспечивающие ведение меткой стрельбы в сложных условиях.

Влияние температуры воздуха. Чем ниже температура воздуха, тем больше его плотность. Пуля, летящая в более плотном воздухе, встречает на своем пути большое количество его частиц, в связи с чем и быстрее теряет начальную скорость. Следовательно, при стрельбе в холодную погоду, при низкой температуре дальность стрельбы уменьшается и СТП понижается.

Кроме того, температура влияет и на процесс горения порохового заряда в стволе оружия. Как известно, с увеличением температуры скорость горения порохового заряда повышается, так как уменьшается расход тепла, необходимый для нагревания и зажигания пороховых зерен. Следовательно, чем ниже температура воздуха, тем медленнее идет процесс нарастания давления газов, в связи с чем уменьшается и начальная скорость пули.

Так, опытами установлено, что изменение температуры воздуха на 1° приводит к изменению и начальной скорости на 1 м/сек. А так как нашему климату свойственны

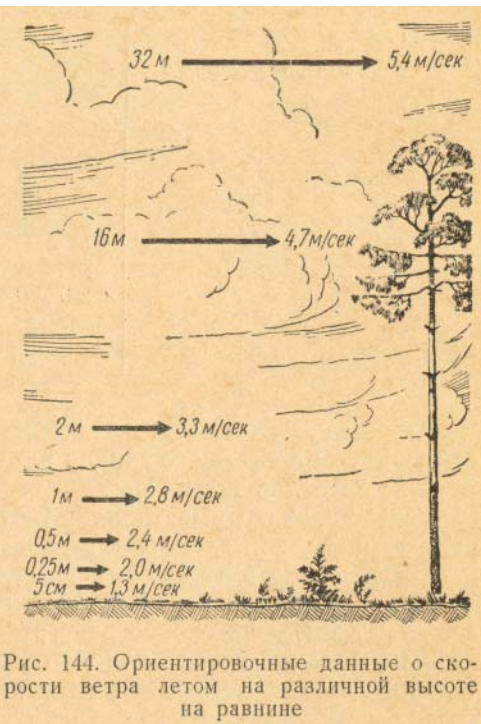


Рис. 144. Ориентировочные данные о скорости ветра летом на различной высоте на равнине

изменению и начальной скорости на 1 м/сек. А так как нашему климату свойственны

значительные температурные колебания между летом и зимой, то изменение начальной скорости может происходить до 50—60 м/сек.

Учитывая все это, для пристрелки оружия, составления соответствующих таблиц и т. д. принимают определенную температуру. Такой «нормальной» температурой является +15° С.

Перемещения СТП в зависимости от температурных колебаний даны в табл. 16.

Таблица 16

Перемещение СТП под влиянием изменения температуры воздуха и порохового заряда на каждые 10°С при стрельбе из винтовки кал. 7,62 мм

Дальность стрельбы, м	Перемещение СТП по высоте, см	
	Легкая пуля (9,6 г)	Тяжелая пуля (11,8 г)
100		
200	1	1
300	2	2
400	4	4
500	7	7
600	12	12
700	21	19
800	35	28
900	54	41
1000	80	59

Как видно из таблицы, изменение температуры воздуха и температуры порохового заряда влечет за собой довольно значительное перемещение СТП.

Учитывая зависимость между температурой порохового заряда и начальной скоростью пули, при особо точных стрельбах необходимо иметь в виду следующие обстоятельства.

При длительной стрельбе большими сериями выстрелов, когда ствол винтовки сильно разогревается, не следует допускать, чтобы очередной патрон долго находился в патроннике; сравнительно высокая температура нагретого во время стрельбы ствола, передаваясь через патронную гильзу пороховому заряду, повлечет за собой ускорение воспламенения пороха, что, в конечном счете, может привести к изменению СТП и отдельным отрывам вверх, в зависимости от продолжительности пребывания патрона в патроннике.

Поэтому если стрелок устал и ему необходим некоторый отдых перед очередным выстрелом, то во время такого перерыва в стрельбе патрон не должен находиться в патроннике; его следует извлекать либо вообще заменять другим патроном из пачки, т. е. не нагретым.

О РАССЕЙВАНИИ ВЫСТРЕЛОВ

Если бы можно было произвести серию выстрелов в совершенно одинаковых условиях, то пули, описав в воздухе одну и ту же траекторию, попали бы в одну и ту же точку. Однако на практике соблюсти абсолютное однообразие всех условий стрельбы невозможно, так как всегда существуют незначительные, практически неуловимые колебания в размерах зерен пороха, весе заряда и пули, форме пули; различная воспламеняющая способность капсюля; различные условия движения пули в стволе и вне его — постепенное загрязнение канала ствола и нагревание его, порывы ветра и изменяющаяся температура воздуха; погрешности, допускаемые стрелком при наводке, в прикладке и т. д. Поэтому, даже при самых благоприятных усло-



виях стрельбы, каждая из выпущенных пуль опишет свою траекторию, несколько отличающуюся от

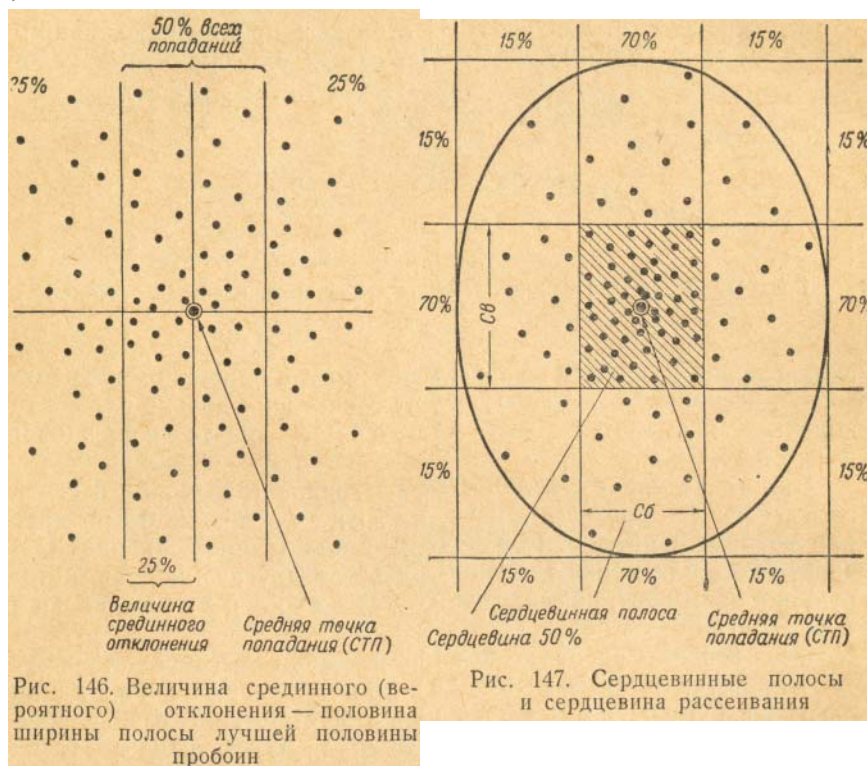
траектории других пуль. Это явление называется естественным рассеиванием выстрелов.

При значительном количестве выстрелов траектории в своей совокупности образуют сноп траекторий, который дает при встрече с поражаемой поверхностью (мишенью) ряд пробойн, более или менее удаленных друг от друга; площадь, которую они занимают, называется площадью рассеивания (рис. 145).

Все пробоины располагаются на площади рассеивания вокруг некоторой точки, называемой центром рассеивания, или средней точкой попадания (СТП). Траектория, находящаяся в середине снопа и проходящая через среднюю точку попадания, называется средней траекторией. При составлении табличных данных при внесении поправок в установку прицела в процессе стрельбы всегда подразумевается именно эта средняя траектория.

Для разных образцов оружия и патронов существуют определенные табличные нормы рассеивания выстрелов; существуют также нормы рассеивания выстрелов по заводским техническим условиям и допускам при выпуске определенных образцов оружия и партий патронов, в которых стрелок должен уметь разобраться. С этой целью ниже приводятся некоторые понятия о тех показателях, на основании которых и составляются табличные нормы рассеивания выстрелов.

При большом количестве выстрелов рассеивание пуль подчиняется определенному закону рассеивания, сущность которого заключается в следующем: пробоины располагаются на площади рассеивания неравномерно, наиболее густо группируясь вокруг СТП; пробоины располагаются относительно СТП симметрично, так как вероятность отклонения пули в любую сторону от СТП одинакова;



площадь рассеивания всегда ограничена некоторым пределом и имеет форму эллипса (овала), вытянутого на вертикальной плоскости по высоте.

В силу этого закона, в результате симметричности и неравномерности рассеивания, в целом пробоины располагаются на площади рассеивания закономерно, в связи с чем в симметричных полосах равной ширины, одинаково удаленных от осей рассеивания, заключается одинаковое и определенное количество пробойн, хотя площади рассеивания по своим размерам могут резко различаться между собой, в зависимости от стрельбы разными образцами оружия и патронов. Мерой рассеивания служат: срединное отклонение, сердцевинная полоса и радиус круга, вмещающего лучшую половину пробойн (P_{50}) или все попадания (P_{100}).

Срединное отклонение³ определяется половиной лучшей полосы рассеивания, включающей в себя 50% всех пробоев, при расположении СТП в середине этой полосы (рис. 146); оно равно ширине полосы, примыкающей непосредственно к одной из осей рассеивания и включающей 25% пробоев; при этом различают срединные полосы по высоте, сокращенно обозначаемые *Вв*, и боковые — *Вб*.

Сердцевинной полосой называют лучшую полосу рассеивания, включающую в себя 70% всех пробоев при условии, что ось рассеивания проходит по ее середине (рис. 147). При этом различают сердцевинную полосу по высоте — *Се* и боковую — *Сб*. Сердцевинная полоса содержит примерно треть часть рассеивания в определенном направлении. Если эту полосу выделить посередине площади рассеивания и расположить равномерно вдоль одной из осей рассеивания, то площадь рассеивания будет разделена на три почти равные полосы, причем в сердцевинной полосе окажется 70% всех пробоев, а в крайних — по 15% в каждой из них. Прямоугольник, образуемый

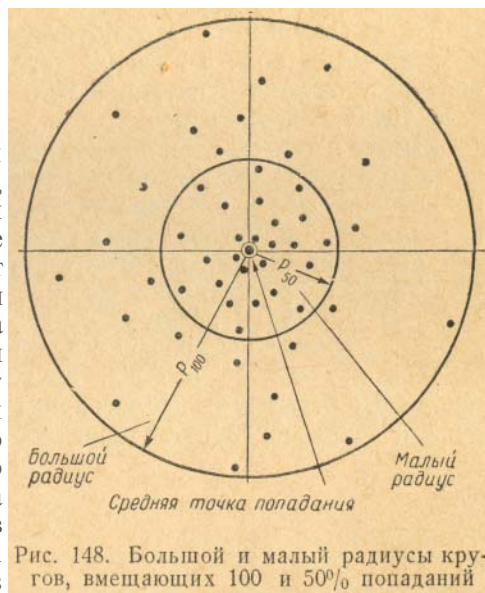


Рис. 148. Большой и малый радиусы кругов, вмещающих 100 и 50% попаданий

пересечением двух сердцевинных полос, включающий в себя лучшую половину (50%) всех пробоев, называется сердцевиной рассеивания.

Следует еще раз подчеркнуть, что закон рассеивания полностью проявляет себя при производстве большого количества выстрелов. Обычно при спортивной стрельбе сравнительно небольшими сериями выстрелов площадь рассеивания приближается к форме круга, в связи с чем мерой рассеивания служит величина радиуса круга, вмещающего 100% пробоев (P_{100}) или лучшую половину пробоев (P_{50}) (рис. 148). Радиус круга, вмещающего все пробоев, примерно в 2,5 раза больше радиуса круга, вмещающего лучшую половину пробоев. При заводских испытаниях патронов, когда отстрел ведется небольшими сериями выстрелов (обычно 20), мерой рассеивания выстрелов служит еще и круг, включающий в себя все пробоев — Π_{100} (поперечник, включающий все пробоев, см. рис. 82).

Из сказанного можно сделать вывод, что естественное рассеивание выстрелов — это объективный процесс, действующий независимо от воли и желания стрелка. Отчасти это так, и требовать от оружия и патронов того, чтобы все пули попадали в одну точку, — бессмысленно.

Вместе с тем стрелок должен помнить и о том, что естественное рассеивание выстрелов не является неизбежной и неизменной нормой, раз и навсегда установленной для какого-либо образца оружия и определенных условий стрельбы. Искусство меткой стрельбы именно и состоит в том, чтобы познать причины естественного рассеивания выстрелов и уменьшить их вредное влияние. Практика ведущих стрелков со всей убедительностью доказала громадное значение, для уменьшения рассеивания выстрелов правильной отладки оружия и подбора к нему патронов, опыта стрельбы в неблагоприятных метеорологических условиях и технической подготовленности стрелка-спортсмена.

³ Наставление по стрелковому делу «Основы стрельбы из стрелкового оружия», Воениздат, 1956, стр. 89—99.

РАЗДЕЛ III

ТЕХНИКА ПРОИЗВОДСТВА МЕТКОГО ВЫСТРЕЛА

Производство меткого выстрела требует от стрелка выполнения определенных действий — изготовления, прицеливания, задержки дыхания и спуска курка. Все эти действия являются обязательными элементами меткого выстрела и находятся между собой в определенной, строго согласованной взаимосвязи.

Чтобы выстрел был метким, прежде всего, необходимо обеспечить во время его производства наибольшую неподвижность оружия: изготовление стрелка и должна решать задачу — придать наибольшую устойчивость и неподвижность всей системе, состоящей из тела стрелка и оружия. Так как сам смысл меткой стрельбы заключается в том, чтобы точно поразить малую по размерам цель, совершенно ясно, что стрелок должен придать оружию строго определенное направление — навести его в цель: это и достигается прицеливанием. Общеизвестно, что дыхание сопровождается ритмичным движением грудной клетки, живота и т. д.; чтобы обеспечить наибольшую неподвижность оружия и сохранить его направление, достигнутое в результате прицеливания, нужно на время производства выстрела задержать дыхание. Чтобы произвести выстрел, стрелок должен указательным пальцем нажать на спусковой крючок; чтобы при этом не сместить наведенного в цель оружия, нажать на спусковой крючок нужно плавно; однако в связи с тем, что стрелок не может достичь полной неподвижности при изготовке, спуск курка приходится производить в условиях большего или меньшего колебания оружия; поэтому для достижения меткого выстрела стрелок должен нажимать на спусковой крючок не только плавно, но и обязательно строго согласованно с прицеливанием.

Чтобы помочь стрелку приобрести необходимые знания, овладеть техникой стрельбы, ниже мы подробно разберем каждый в отдельности из элементов меткого выстрела — изготовление, прицеливание, задержку дыхания и спуск курка.

Глава I

ИЗГОТОВКА

В настоящее время в стрелковом спорте, согласно правилам соревнований, существуют определенные виды изготовления. При стрельбе из винтовки применяется три вида: лежа, с колена и стоя; при стрельбе из пистолета и револьвера — лишь один вид — стоя, с удерживанием оружия в свободно вытянутой руке.

Учитывая прямую зависимость меткости стрельбы от степени неподвижности оружия во время производства выстрела, стрелок-спортсмен должен уделять самое серьезное внимание подбору для себя такой изготовления, которая обеспечивает наибольшую устойчивость и неподвижность системы «тело стрелка - оружие». Кроме того, принимая во внимание также то, что выполнение современных стрелковых упражнений зачастую требует производства большого количества выстрелов, а следовательно, и ведения длительной стрельбы, перед спортсменом всегда должна стоять задача подбора для себя такой рациональной изготовления, такой позы, при которой удерживание тела с оружием в одном и том же положении потребует наиболее экономичного расходования физических сил и нервной энергии. Поэтому, несмотря на обилие возможных вариантов с частными отличиями в деталях, изготовление должна обеспечивать:

необходимую степень равновесия системы «тело стрелка - оружие»;

достижение равновесия системы наименьшим напряжением мышечного аппарата стрелка;

наиболее благоприятные условия для функционирования органов чувств, в первую очередь органов зрения и равновесия (вестибулярного аппарата);

условия для нормального функционирования внутренних органов и правильного кровообращения.

Поскольку каждый человек обладает своими, только ему присущими особенностями — определенным ростом, весом, пропорцией тела, развитием мускулатуры — естественно, не может существовать какого-либо шаблона или универсального рецепта в изготовке, который мог бы подойти всем стрелкам. Поэтому стрелок должен сам, сообразуясь со своей комплекцией, подобрать для себя наиболее выгодный вариант изготовления. Вместе с тем, не следует забывать, что существует ряд ограничений и требований, предъявляемых правилами соревнований к каждому виду изготовления. В процессе обучения и тренировок необходимо тщательно следить за тем, чтобы не усвоить неправильной, недопустимой изготовления.

Хорошая изготовка сама собой не приходит — наиболее выгодный вариант ее приходится подчас долго искать. Поэтому, чтобы не пойти по неправильному пути и не вести бесплодных поисков, молодому стрелку нужно всегда внимательно ко всему присматриваться и тщательно изучать технику стрельбы ведущих стрелков, перенимать у них все ценное и полезное; это поможет быстрее достичь спортивного мастерства. И пусть не смущают молодого спортсмена отдельные временные неудачи, если, например, внешне воспроизводя изготовку ведущего спортсмена, он сразу не достигнет желаемых результатов; это естественно, так как внешне скопированная форма изготовки не может сразу же соответствовать внутреннему содержанию ее, той совершенной согласованности в деятельности всех мышц, которую выработал опытный стрелок в процессе длительной тренировки. Однако правильная внешняя форма, рациональная поза не замедлит дать о себе знать, так как она имеет большое значение для дальнейшего, более правильного и быстрого формирования у молодого стрелка двигательных навыков, согласованности в работе двигательного аппарата, необходимых для достижения наибольшей степени неподвижности системы «тело стрелка — оружие». Вместе с тем молодым стрелкам не следует слепо копировать, а инструкторам и тренерам — механически, без разбора прививать своим ученикам тот или иной вариант изготовки. Нужно научиться критически, разумно подходить к выбору изготовки, перенимая у мастеров только положительные и решительно отвергая отрицательные ее стороны.

Изготовку нельзя рассматривать как нечто постоянное, неизменное. Она видоизменяется, отражая взгляды на рациональный вид изготовки на различных этапах развития стрелкового спорта (см. рис. 198). Основываясь на изменениях, которые претерпевала изготовка, можно с уверенностью сказать, что и те варианты ее, которые в настоящее время считаются наиболее рациональными, также со временем в какой-то мере устареют и будут заменены более совершенными. Поэтому следует всегда помнить, что дальнейшее повышение спортивного мастерства требует непрерывных поисков.

Учитывая большую роль мышечного аппарата и нервной системы в обеспечении наибольшей степени неподвижности тела человека при изготовке к стрельбе, нужно в первую очередь, хотя бы в общих чертах, познакомиться с физиологическими основами двигательного аппарата человека, а также с основами биостатики человеческого тела, о чем и будет сказано ниже; это, несомненно, поможет стрелку более грамотно решать вопросы, связанные с выбором для себя рациональных вариантов изготовки.

НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О ФИЗИОЛОГИИ ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ЧЕЛОВЕКА

Двигательный аппарат человека подразделяется на пассивный и активный. К пассивному относятся кости и связки, оказывающие сопротивление внешним силам, воздействующим на организм, за счет своих физических свойств, а к активному — система мышц, которые своей тягой перемещают отдельные звенья тела друг относительно друга или закрепляют их в определенном положении.

В осуществлении любого движения живого организма, в работе каждой мышцы обязательное участие принимает нервная система, которая объединяет организм в одно целое и управляет всеми его функциями.

Пассивный двигательный аппарат. Кости и их соединения составляют твердую основу человеческого тела, носящую название скелета. Скелет служит опорой для мягких тканей, в частности для прикрепления к нему мышц.

Подвижное соединение большинства костей дает им возможность перемещаться относительно друг друга. Прикрепленные к костям мышцы, сокращаясь, закрепляют отдельные части скелета или же, наоборот, приводят их в движение. Таким образом, костно-мышечная система обеспечивает сохранение различных положений тела в пространстве, а также и всевозможные движения, которые человеку приходится постоянно совершать.

В теле человека насчитывается более 200 костей, соединенных различным образом между собой (рис. 149). Основой скелета является позвоночный столб, состоящий из отдельных позвонков. Позвоночный столб человека имеет грудной, поясничный и крестцовый изгибы, которые делают его упругим и гибким.

В верхней части спины расположены две плоские кости — лопатки, прикрепляющиеся к позвоночнику и ребрам только при помощи мышц. Каждая лопатка соединяется с ключицей, которая другим своим концом соединяется с грудной костью. Лопатки и ключицы, опоясывая верхнюю часть туловища, образуют так называемый пояс верхних конечностей, или плечев о й пояс (рис. 150).

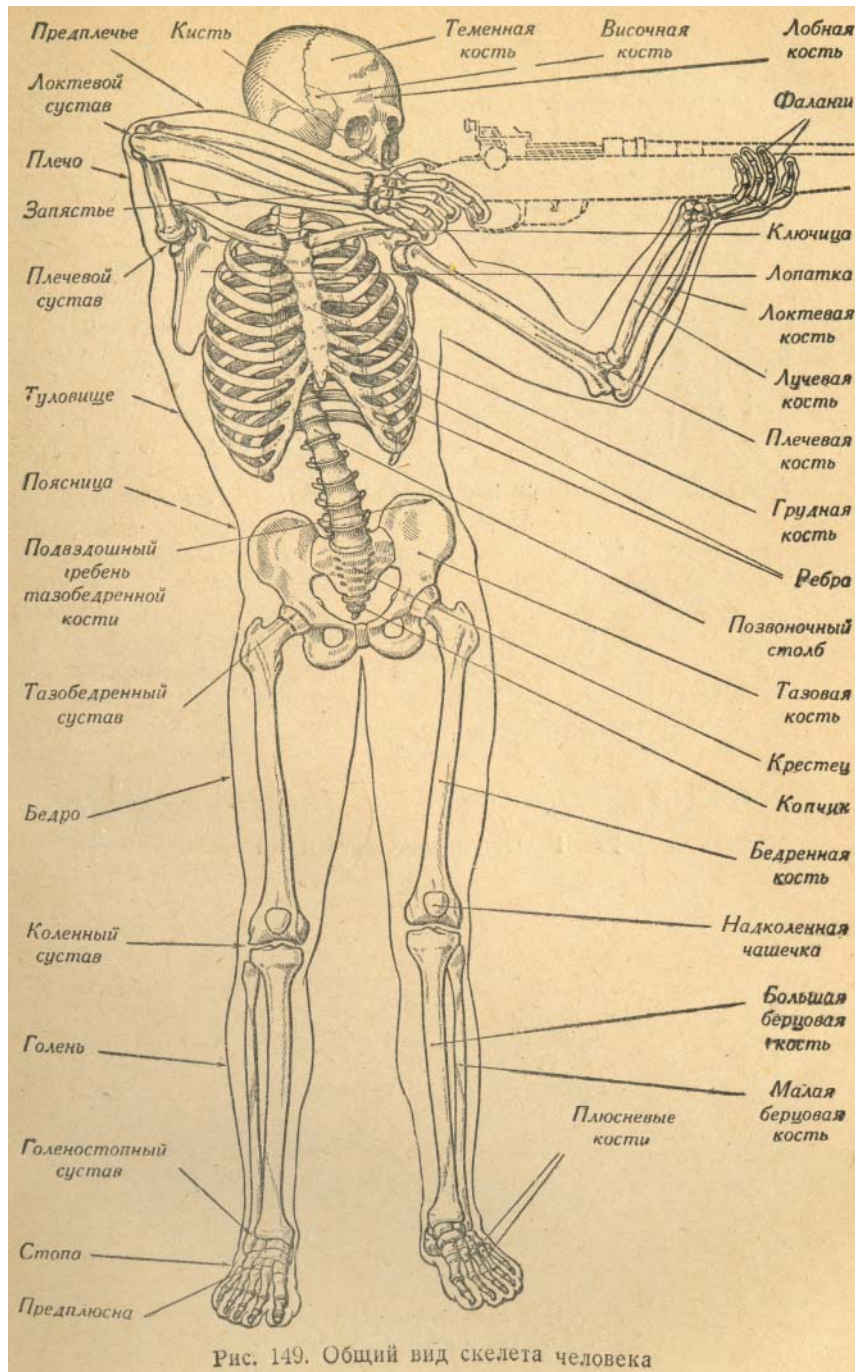
Поясом нижних конечностей является тазовый, или таз. Он состоит из крестца и неподвижно соединенных с ним двух тазовых костей. И лопатки, и тазовые кости имеют круглые впадины, куда входят соответственно головки плечевых и бедренных костей.

А.А.Юрьев, Спортивная стрельба
Москва, ФиС, 1962 г. (Издание второе)

Соединения костей бывают неподвижные, малоподвижные и подвижные, или суставы. Большинство костей соединено между собой подвижно, в суставах.

Небольшая подвижность костей достигается упругими хрящевыми прокладками между ними. Такие хрящевые прокладки находятся, например, между отдельными позвонками. При сокращении мышц с той или другой стороны позвоночника хрящевые прокладки сжимаются, и позвонки чуть-чуть приближаются друг к другу (рис. 151).

Таким образом, позвонки, особенно в области поясницы и шеи, могут наклоняться относительно друг друга. Весь позвоночник



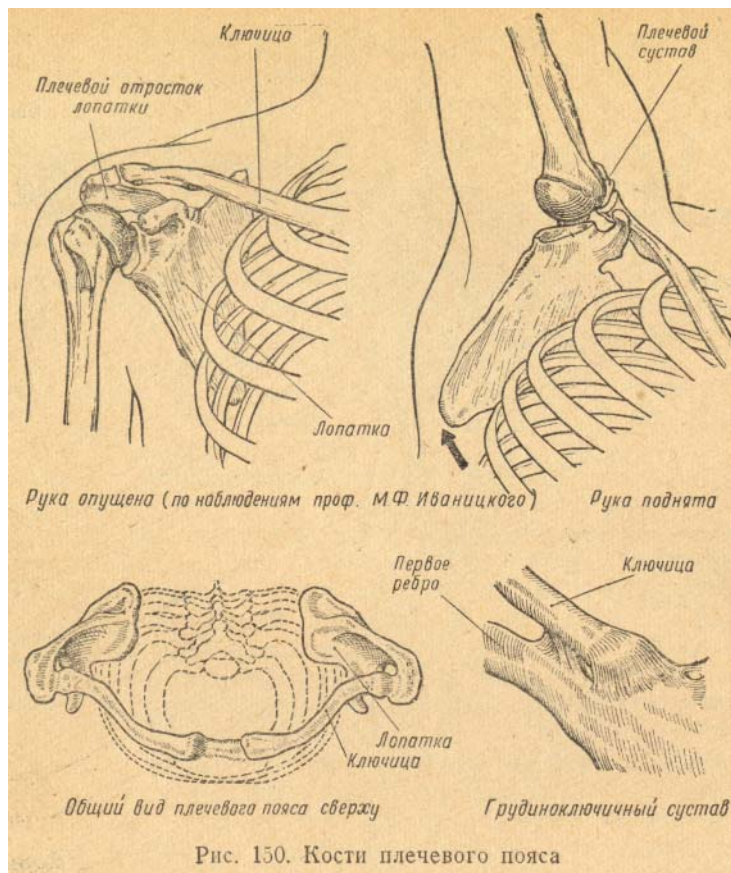


Рис. 150. Кости плечевого пояса



Рис. 151. Малоподвижные соединения костей (при помощи хряща)

в целом дает значительный размах движений и может сильно сгибаться вперед, назад и в стороны. Вместе с гибкостью позвоночник обладает прочностью, особенно при работе на сжатие. Учитывая это, а глазное — ту особенность строения скелета,

в основном за счет мышц, становится очевидным, что удерживать, например, при стрельбе стоя винтовку, обладающую значительным весом (до 8 кг), только за счет напряжения тех же мышц плечевого пояса нецелесообразно; стрелок должен стремиться придать телу такую позу, которая позволяет в наибольшей мере переложить тяжесть оружия и туловища на позвоночник, чтобы скелет «работал» на сжатие, как столб, колонна; это позволяет удерживать оружие значительно меньшим напряжением мышц (рис. 152).

Наиболее подвижными соединениями костей являются суставы (рис. 153). Кости в суставе заключены в сумку, состоящую из очень плотной соединительной ткани. В толще сумки и вокруг нее находятся прочные и упругие сухожильные связки (см. рис.179). Края сумки вместе со связками прирастают к костям на некотором расстоянии от их соприкасающихся поверхностей и герметически закрывают полости сустава,

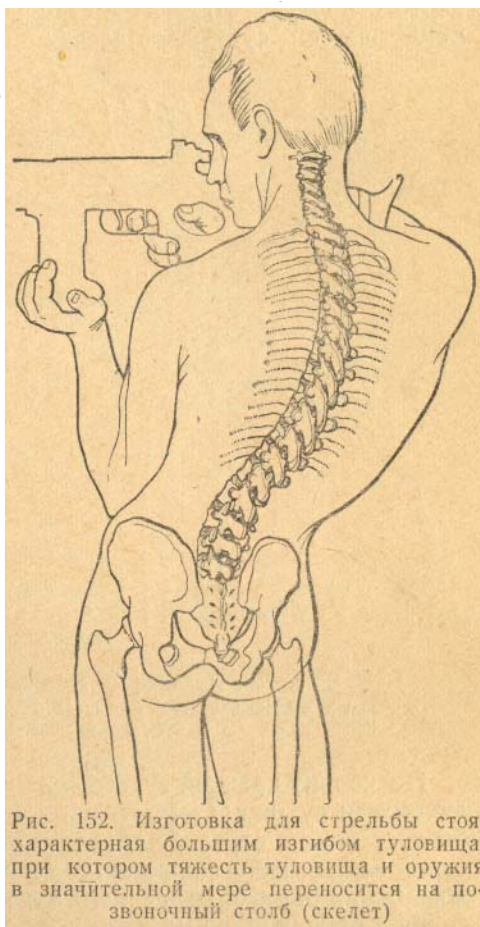


Рис. 152. Изготовка для стрельбы стоя, характерная большим изгибом туловища, при котором тяжесть туловища и оружия в значительной мере переносится на позвоночный столб (скелет)

Движения в различных суставах неодинаковы. Одни суставы допускают движения только в одной плоскости (например, сгибание и разгибание); другие позволяют производить движения в двух взаимно перпендикулярных плоскостях (сгибание, разгибание и отведение в сторону); третьи обеспечивают движение в любом направлении, как, например, плечевой и тазобедренный суставы (сгибание, разгибание, отведение в сторону и вращение). Размах и направление движений зависят от формы суставных поверхностей, а также от расположения связочного аппарата, ограничивающего движения. Обычно, сравнивая суставные поверхности с поверхностями геометрических тел вращения (шар, цилиндр и т. д.), суставы классифицируют по их форме (рис. 154).

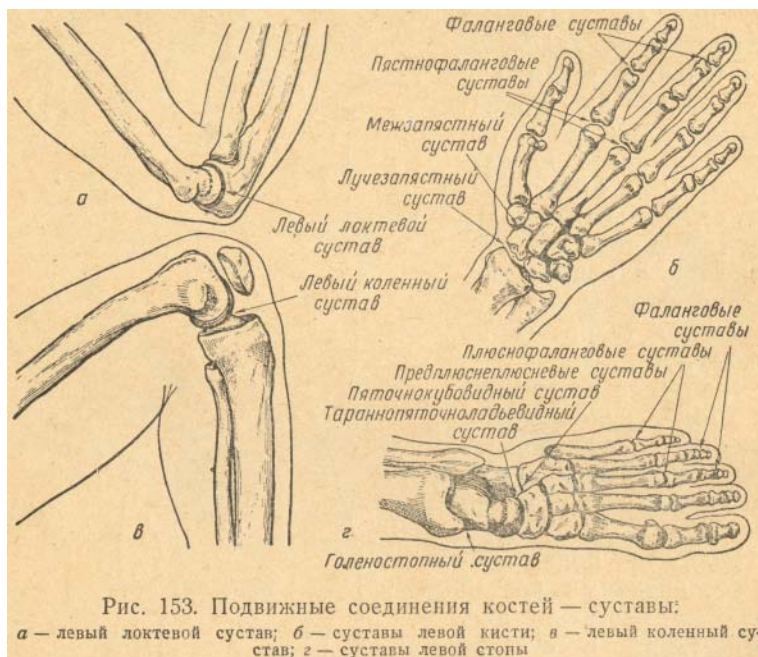


Рис. 153. Подвижные соединения костей — суставы:
 а — левый локтевой сустав; б — суставы левой кисти; в — левый коленный сустав; г — суставы левой стопы

Поскольку каждый сустав оснащен большим или меньшим количеством сухожильных связок, следует стремиться к тому, чтобы изготовка к стрельбе представляла собой такую позу, при которой закрепление подвижных звеньев тела в суставах достигалось бы не столько мышечным аппаратом, сколько за счет включения в работу прочных и упругих сухожильных связок, которые, в силу своих физических свойств, по сравнению с мышцами — практически неутомимы. Наиболее эффективное включение в пассивную работу связочного аппарата и обеспечивает достаточно жесткое закрепление суставов при минимальных мышечных усилиях, что является одним из условий для достижения наибольшей неподвижности системы «тело стрелка — оружие» во время стрельбы.

Остановимся вкратце на строении и свойствах мышечного аппарата.

Активный двигательный аппарат. Мышцы, которые своими концами прикрепляются к костям скелета, называются скелетными.

Вся скелетная мускулатура, удерживающая в различных положениях тело человека или приводящая его в движение, насчитывает более 600 мышц (рис. 155, 156).

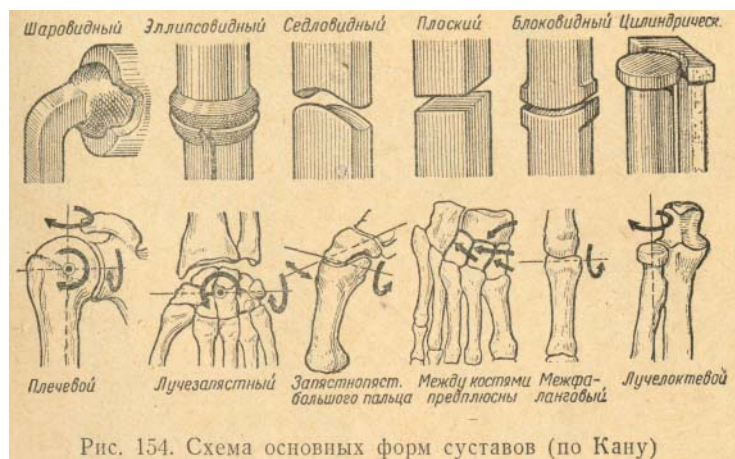


Рис. 154. Схема основных форм суставов (по Кану)

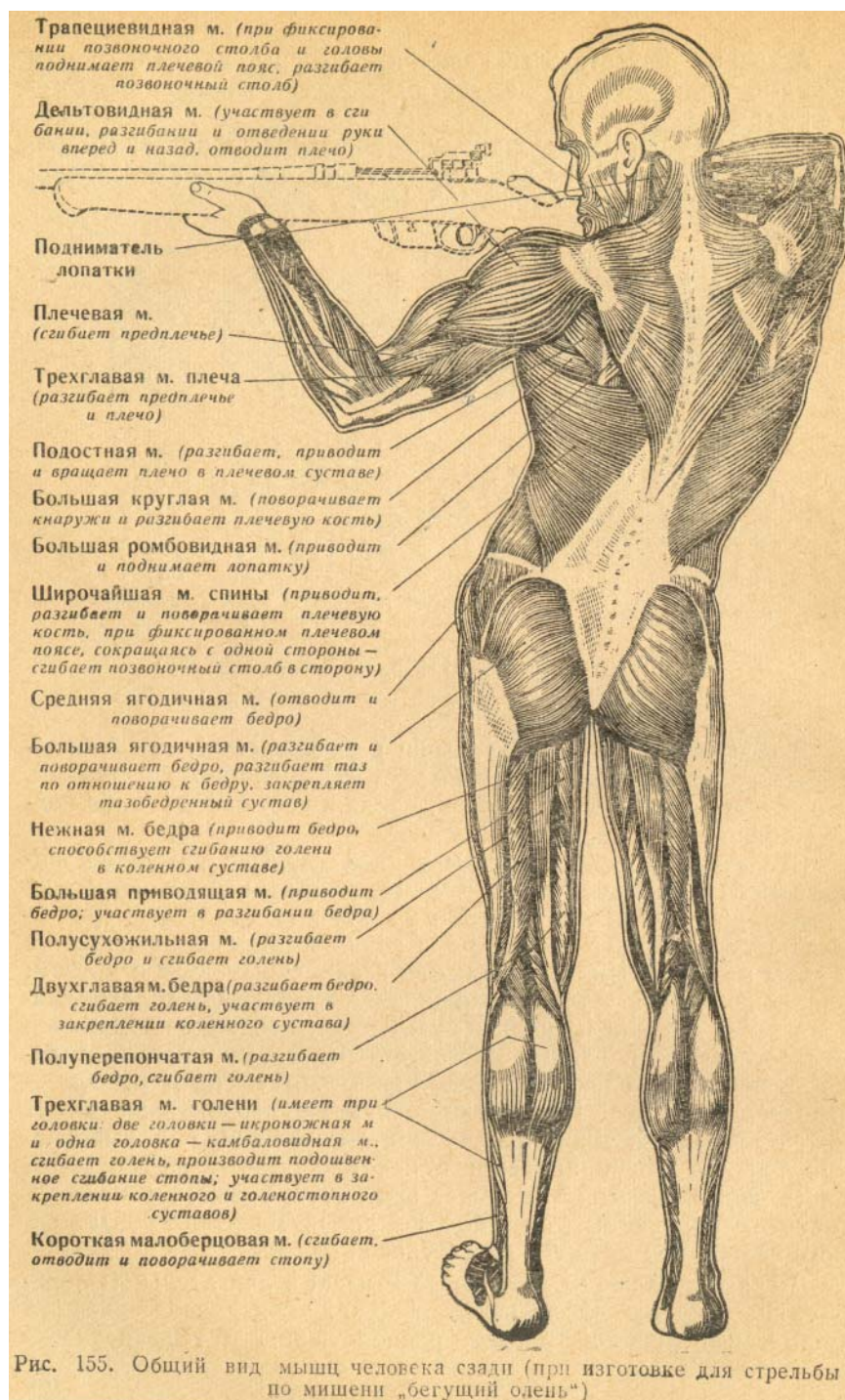
В результате сокращения мышц и развиваемого при этом напряжения происходит сближение мест их начала и прикрепления, что влечет за собой движение тела и конечностей, либо поддержание их в определенной позе.

Скелетные мышцы покрыты тонкой упругой оболочкой, называемой фасцией мышцы. На концах мышца переходит в очень прочные белые тяжи — сухожилия, которые срастаются с надкостницей. Обычно оба конца мышцы прикрепляются к двум соседним костям, подвижно соединенным друг с другом; однако во многих случаях сухожилия тянутся очень далеко, проходя через два или несколько суставов; эти мышцы называются многосуставными. Такими

А.А.Юрьев, Спортивная стрельба
Москва, ФиС, 1962 г. (Издание второе)

многосуставными мышцами, проходящими через несколько суставов, являются, кстати, и мышцы — сгибатели пальцев. Не будучи полностью изолированными от других, соседних, такие мышцы при сокращении, т. е. выполнении работы, могут привести в некоторое движение в целом и кисть, и предплечье. Это может произойти, скажем, у недостаточно тренированных стрелков во время движения указательного пальца при нажатии на спусковой крючок.

В связи с большим количеством мышц в двигательном аппарате человека их классифицируют по ряду признаков — внешней форме, выполняемой работе, расположению в теле человека



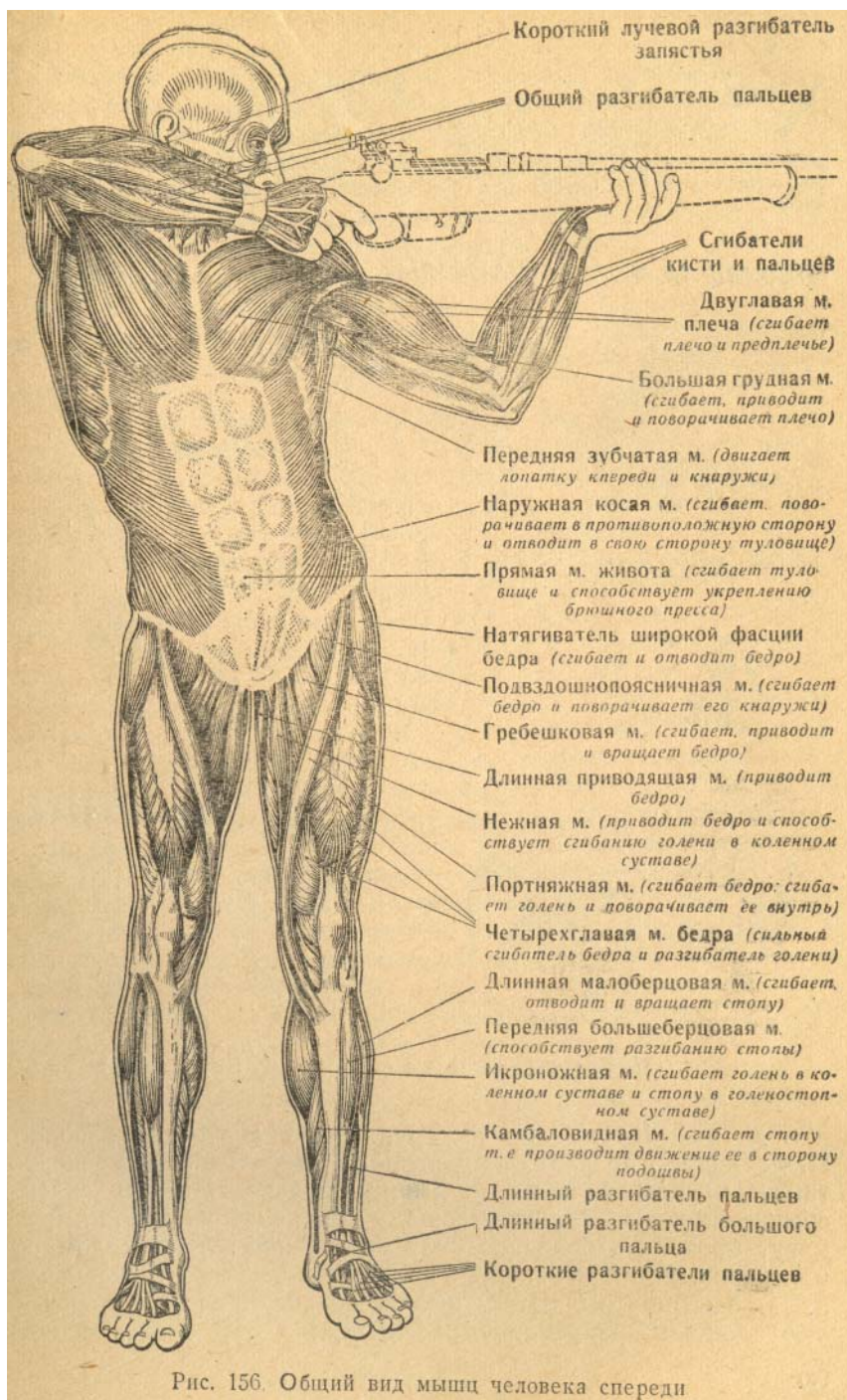


Рис. 156. Общий вид мышц человека спереди

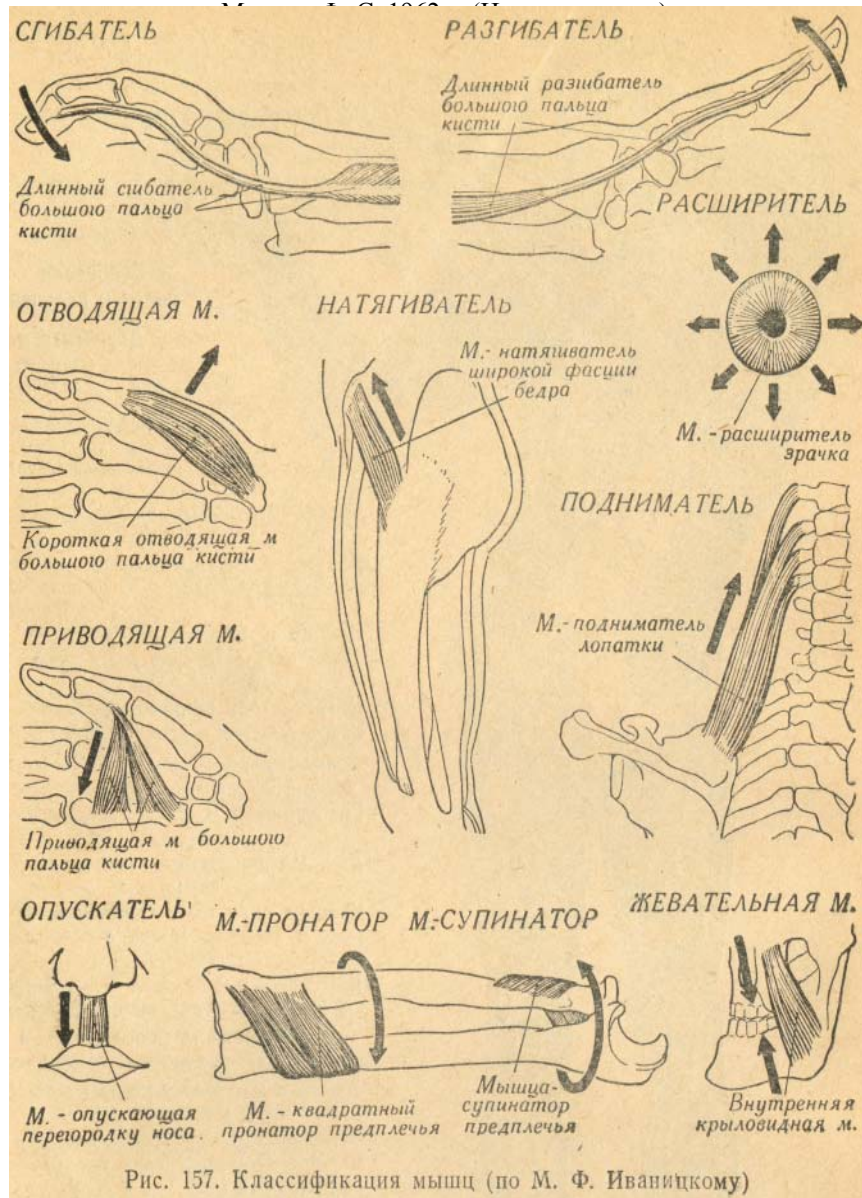


Рис. 157. Классификация мышц (по М. Ф. Иваницкому)

и т. д. (рис. 157). Один из крупнейших анатомов-физиологов П. Ф. Лесгафт предложил подразделить мышцы на два основных типа — мышцы сильные и мышцы ловкие. Мышцы сильные обычно имеют обширную площадь прикрепления к костям; они могут проявлять большую силу при сравнительно малом размахе движения и небольшом напряжении, отчего такие мышцы не так быстро утомляются. Мышцы ловкие, наоборот, имеют малую площадь прикрепления и большую длину; они отличаются сравнительно малой силой, действуют с большим напряжением, отчего легко утомляются; вместе с тем они могут производить более тонкую работу с различными оттенками движений.

Вполне очевидно, что поза стрелка при изготовке должна быть такой, при которой закрепление подвижных звеньев тела достигается включением в работу наиболее сильных групп мышц; ловкие же мышцы, наоборот, должны быть загружены в наименьшей степени и поставлены, благодаря этому, в наиболее выгодные условия для своей беспрепятственной работы.

Сокращаясь, мышцы принимают участие в различных движениях тела, прямо противоположных одно другому. Мышцы, принимающие участие в одном и том же движении и выполняющие в данном случае общую работу, называются синергистами.

Мышцы противоположного действия называются антагонистами. Например, мышцы, участвующие в сгибании кисти, являются антагонистами по отношению к мышцам, производящим разгибание кисти. Конечно, никакого антагонизма в работе мышц нет— это чисто условное название для мышцы или группы мышц, которые выполняют противоположную другой группе мышц работу. В действительности мышцы содружественного и противоположного действия работают строго согласованно между собой, совместно выполняя то или иное движение.

Следует заметить, что выполнение плавных движений возможно только при содружественной работе мышц-антагонистов. Во время своей работы мышцы одной группы выполняют действие преодолевающего, а другой — уступающего характера. Без участия мышц-антагонистов одни мышцы-синергисты могли бы производить только порывистые движения. Нужно сказать, что мало тренированные люди в своих движениях заметно отличаются от тренированных; у мало тренированного человека мышцы-антагонисты включаются в работу слишком рано, что придает движениям несколько резкий характер, в результате чего движения становятся порывистыми, не плавными. Выполнение физических упражнений, тренировка способствуют тому, что мышцы становятся не только толще, но и эластичней. Об этом нужно особо помнить стрелкам, специализирующимся в стрельбе по «бегущему оленю» и в скоростной стрельбе из пистолета по силуэтам, требующим применения изготовки с элементами подвижного, динамического характера, чтобы обеспечить плавное вращательное движение туловища, столь необходимое для плавной «поводки» винтовки по горизонтали вправо и влево, а также переноса огня с одного силуэта на другой.

При каждом движении работает, как правило, не одна мышца, и даже не одна группа мышц, а несколько содружественно действующих мышечных групп; причем многие мышцы способны действовать отдельными частями то содружественно, то как антагонисты. Нужно сказать, что возможность изолированного движения одной мышцы или даже ее отдельной части без участия соседних мышц во многих случаях зависит от тренировки. Тренировкой можно выработать способность производить сокращение только тех мышц, которые необходимы для выполнения данного движения, и сохранять в расслабленном состоянии другие мышцы, не имеющие прямого отношения к выполнению этого движения. Достичь стрелку так называемого

изолированного сокращения мышц или части мышцы чрезвычайно важно, чтобы иметь возможность во время стрельбы выделить те из них, которые, например, осуществляют движение указательного пальца при нажатии на спусковой крючок, не приводя в движение остальные пальцы и тем самым не сбивая наводку оружия.

Работа, которую производит мышца при своем сокращении, бывает двух видов: статическая и динамическая.

Статическая работа мышц осуществляется при фиксации (закреплении) подвижных звеньев тела в суставах в том или ином положении. При

статической работе мышцы длительное время напряжены.

Динамическая работа мышц производится во время выполнения движений отдельных звеньев тела; при такой работе напряжение мышц чередуется с расслаблением, сокращение — с растягиванием.

Во время работы в мышце происходит распад некоторых веществ, входящих в состав мышечных волокон. В промежутках между отдельными сокращениями мышца отдыхает, что способствует восстановлению того состояния, которое было до ее сокращения, и мышца вновь оказывается вполне



Рис. 158. Волокна поперечно-полосатой мышцы

работоспособной. Если какая-нибудь мышца работает непрерывно, то быстро наступает утомление; длительное сокращение мышцы может довести ее до состояния полного бессилия.

При изготовке к стрельбе, когда стрелок должен достичь наибольшей неподвижности своего тела, мышцы выполняют статическую работу, т. е. наименее выгодную в отношении утомляемости мышц. Учитывая это, стрелок должен, особенно при ведении длительной стрельбы, уделять большое внимание выбору ее темпа, с такими перерывами между очередным прицеливанием и прикладкой (или вскидкой руки при стрельбе из пистолета), которые давали бы возможность мышцам в наибольшей мере восстанавливать свою работоспособность.

Свойства и строение мышечной и нервной ткани. Основное условие жизни — взаимодействие организма с окружающей средой. Такое взаимодействие осуществляется благодаря свойству живой материи реагировать на воздействие среды. Процесс, возникающий в организме под влиянием воздействия на него среды, называется процессом возбуждения. Этот процесс и лежит в основе любого движения, совершаемого организмом, являясь одной из форм его ответа на воздействие среды.

Нервная ткань обладает свойством возбудимости и проводимости, т. е. приходит при действии на нее раздражителей в состояние возбуждения и проводит это возбуждение вдоль нервного волокна. Мышечная ткань отличается способностью сокращаться, укорачиваясь в длину и увеличиваясь в толщину, и вследствие этого развивать напряжение.

В теле живого организма различают поперечно-полосатую и гладкую мышечные ткани.

Вся скелетная мускулатура образована из поперечно-полосатой мышечной ткани, волокна которой состоят из правильно чередующихся участков, одни из которых под микроскопом кажутся светлыми, а другие — темными, отчего все волокно представляется поперечно исчерченным (рис. 158). Сокращение поперечно-полосатой мышечной ткани происходит вследствие укорочения темных участков ее волокон.

Структурной единицей мышцы является мышечная клетка. Она имеет вытянутую форму, в связи с чем получила название мышечного волокна. Имея в диаметре всего лишь 0,01 — 0,1 мм, мышечное волокно иногда достигает длины 10—12 см; Каждая мышца состоит из многих тысяч волокон.

Гладкая мышечная ткань встречается главным образом в стенках внутренних органов.

Мышцы теснейшим образом связаны с нервной системой. Эта связь двусторонняя, осуществляемая посредством центробежных и центrostремительных нервов (см. ниже); многочисленные окончания тех и других расположены в толще каждой мышцы (см. рис. 160).

Нервная ткань играет в живом организме исключительно важную роль; она образует нервную систему, которая управляет всей жизнедеятельностью организма, обеспечивает его взаимодействие с окружающей средой, осуществляет регуляцию функциональной деятельности всех органов.

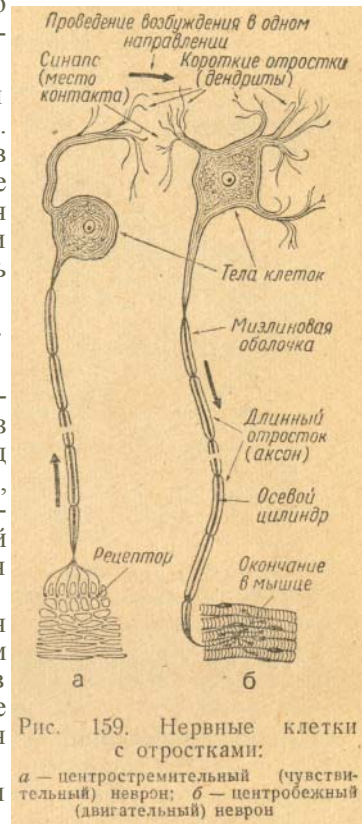
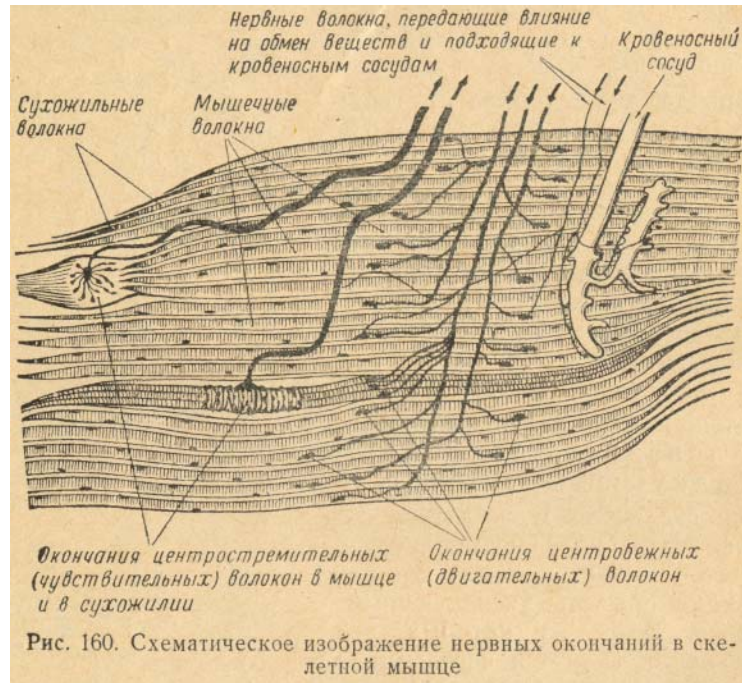


Рис. 159. Нервные клетки с отростками:

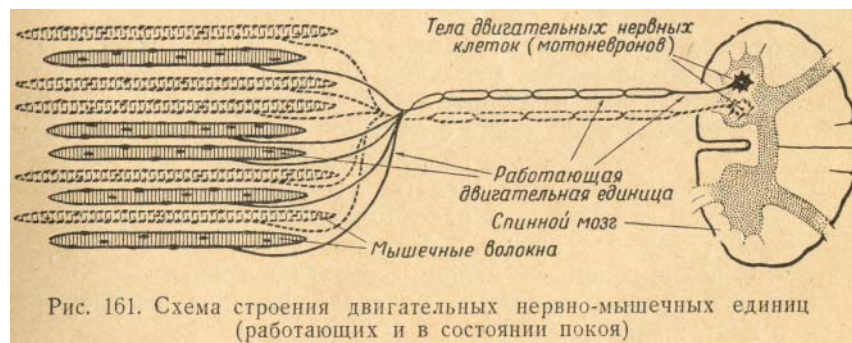
а — центrostремительный (чувствительный) нерв; б — центробежный (двигательный) нерв



Структурной единицей нервной системы является нейрон⁴-нервная клетка со всеми ее отростками (рис. 159). От тела нервной клетки отходят многочисленные короткие отростки -дендриты и один длинный отросток (у человека — до 1 м) -аксон. Нервная клетка дендритами соприкасается с другими нервными клетками, вступая с ними в контакт, так называемый синапс. Благодаря таким синаптическим контактам обеспечивается взаимосвязь в нервной системе. Аксон связывает тело нервной клетки с мышцей или каким-либо другим органом. Аксон представляет собой тонкое нервное волокно, покрытое мягкой оболочкой, содержащей жироподобное вещество. Эта оболочка является как бы изоляционным слоем. На своем конечном участке аксон сильно ветвится, снабжая нервными окончаниями целую группу мышечных волокон или ткань других органов (рис. 160).

Существует три вида нейронов.

Центrostремительные, или чувствительные, нейроны; их окончания в мышце, коже и других органах связаны с воспринимающими нервными приборами- рецепторами, которые реагируют на поступающие из внешней или внутренней среды раздражения. Возникающее в рецепторах возбуждение передается по чувствительным нейронам в соответствующие отделы центральной нервной системы.



Центробежные, или двигательные, нейроны (мото-нейроны); тела этих нервных клеток находятся в центральной нервной системе (в спинном или головном мозгу), а их аксоны далеко тянутся от них к мышцам или другим органам. Двигательные нейроны по своим аксонам с большой скоростью (до 120 м в секунду) передают от различных отделов центральной нервной системы к мышцам возбуждение, которое и вызывает сокращение мышечных волокон.

Вставочные нейроны — целиком находятся в центральной нервной системе и осуществляют взаимосвязь чувствительных и двигательных нервных путей между собой, а также связь между

⁴ Так у автора. Современное название — разумеется, нейрон (прим. Lmd).

различными областями центральной нервной системы.

Мото-нейрон и связанная с ним группа (в количестве 120—160) мышечных волокон представляет собой двигательную нервно-мышечную единицу (рис. 161). Такая двигательная единица работает как единое целое: возбуждение, передаваемое мото-нейроном, приводит в действие всю эту группу волокон. Каждая мышца связана с несколькими сотнями и даже тысячами мото-нейронов. При разных условиях деятельности нервных центров приводится в действие различное количество таких двигательных единиц, чем в основном и регулируется степень развития силы мышц в ответ на действующее раздражение.

Возбуждение в нервной и мышечной клетках имеет характер быстро нарастающей, а затем постепенно ниспадающей волны. Эта волна возбуждения получила название и м п у л ь с а. В естественных условиях жизнедеятельности организма следуют не одиночные импульсы, а серии их. Импульсы возбуждения, идущие к мышце, всегда следуют один за другим с большой быстротой (в организме человека — до 100 в секунду), в связи с чем мышечное волокно после каждого своего сокращения не успевает расслабиться. Это приводит к слиянию отдельных сокращений в одно длительное (тетанус). Таковы обычные сокращения скелетных мышц, которые мы наблюдаем при любых движениях тела или при закреплении его подвижных звеньев в суставах.

Если гладкие мышцы, обладающие сравнительно малой возбудимостью, сокращаются медленно (около 3 см в секунду), то поперечно-полосатые, наоборот, легко возбуждаются и процесс сокращения в них происходит с большой быстротой (около 6 м в секунду). Следует иметь в виду, что в результате тренировки повышается не только сила скелетной мышцы, но и скорость ее сокращения. Сокращение и расслабление поперечно-полосатой мышечной ткани, как правило, является процессом произвольным, т. е. подчиняющимся нашему сознанию и воле.

Нервная система организма подразделяется на периферическую и центральную.

Периферическая нервная система включает в себя многочисленные нервы, своего рода проводящие нервные пути, расположенные во всех частях тела и связанные с центральной нервной системой.

Нерв по внешнему виду представляет собой круглый или уплощенный тяж белого цвета. Он состоит из многочисленных нервных волокон, объединенных в пучки. По функции волокон нервы подразделяются на чувствительные (центростремительные), двигательные (центробежные) и смешанные.

Чувствительные нервы несут к центральной нервной системе импульсы от рецепторов различных органов и тканей. С помощью этой группы нервов осуществляется «информация» центральной нервной системы об изменениях, происходящих в окружающей организм среде или внутри его.

Двигательные нервы состоят из многочисленных длинных отростков двигательных нервных клеток; они передают из центральной нервной системы двигательные импульсы — «команды», вызывающие сокращение мышечных волокон.

Смешанные нервы состоят из чувствительных и двигательных нервных волокон. Подавляющее большинство нервов периферической нервной системы являются смешанными. Импульсы возбуждения, следующие по одному нервному волокну, не переходят на соседние волокна. Поэтому каждая серия импульсов всегда доходит строго по назначению, точно по определенному «адресу».

В связи с малым расходом химических веществ при возбуждении нервные волокна, входящие в состав периферической нервной системы, практически неутомимы.

Центральная нервная система представляет собой огромное скопление нервных клеток и состоит из головного мозга, находящегося в полости черепа, и спинного мозга, расположенного в позвоночном канале (см. рис. 166).

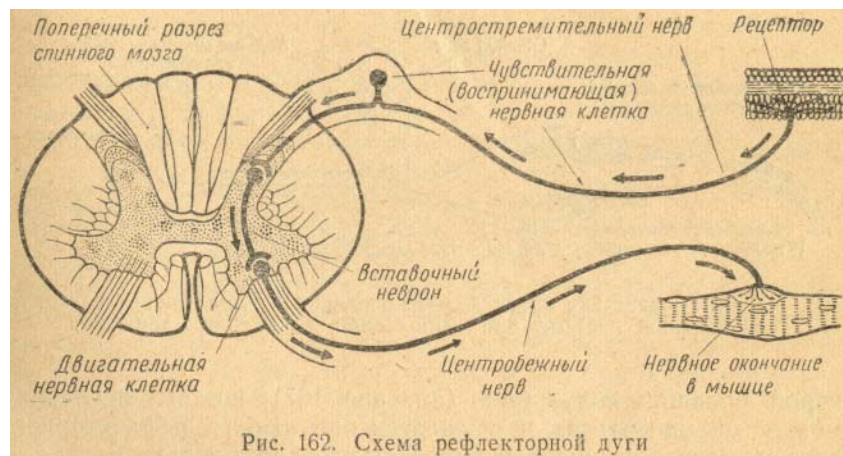


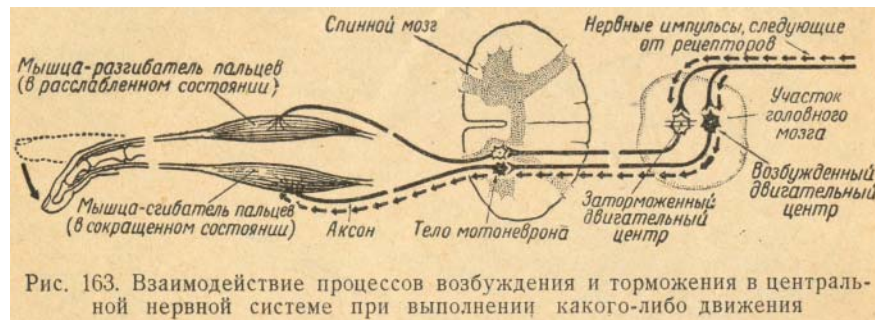
Рис. 162. Схема рефлексорной дуги

Следует знать, что нервная система осуществляет свою работу по принципу так называемого рефлекса (рефлекс — отраженное действие). Всякая ответная реакция организма на раздражение, поступающее из внешней или внутренней среды, осуществляемая при участии центральной нервной системы, называется рефлексом (более подробно сказано на стр. 368).

В основе любого рефлекса лежит проведение импульсов возбуждения от рецептора к исполнительному аппарату (мышце, железе и т. д.) через систему соединенных друг с другом нейронов. Путь, по которому пробегают импульсы возбуждения, вызывающие рефлекторные действия, называется рефлекторной дугой.

В любой рефлекторной дуге можно выделить ряд последовательно связанных звеньев (рис. 162). Первое звено рефлекторной дуги — воспринимающие нервные окончания — рецепторы, расположенные в органах чувств и во всех других органах тела — мышцах, железах, сердце, легких и т. д.; второе — центростремительный (чувствительный) нерв, несущий возбуждение с периферии (от рецепторов) к центральной нервной системе; третье — какой-либо отдел центральной нервной системы, где возбуждение претерпевает сложное изменение; четвертое — центробежный (двигательный) нерв, несущий возбуждение от центральной нервной системы к той или иной мышце (органу); пятое звено — окончание центробежного нерва в исполнительном органе, дающем ответное действие.

Проходя через разные отделы центральной нервной системы, каждая рефлекторная дуга, благодаря вставочным нейронам связана и с высшим отделом центральной нервной системы —



корой больших полушарий (см. рис. 167); поэтому последняя может «вмешиваться» в осуществление любого рефлекторного акта и соответственно регулировать его протекание.

В повседневной жизнедеятельности организма в его центральной нервной системе постоянно взаимодействуют два основных процесса — возбуждение и торможение.

Каждой нервной клетке свойственно и возбуждение, и торможение; эти два состояния нервных центров (нервных клеток) очень тесно связаны между собой, постоянно сосуществуют и сменяются одно другим. Непрерывная смена, взаимодействие процессов возбуждения и торможения обуславливают выполнение любого согласованного движения (рис. 163). Так, сгибание указательного пальца при нажатии на спусковой крючок происходит благодаря возбуждению нервных центров, посылающих нервные импульсы к мышцам — сгибателям пальца и одновременному торможению (частичному) центров, связанных с мышцами-разгибателями. Если бы существовал только процесс возбуждения, согласованная деятельность организма, всевозможные движения, выполняемые им, были бы невозможны, так как процесс возбуждения в данном случае вызвал бы сокращение не только мышц-сгибателей, но и мышц-разгибателей; при такой совместной работе мышц-антагонистов сгибание пальца, а равно и любое другое движение вообще невозможно было бы осуществить.

Помимо огромного значения в координации деятельности нервных центров (а стало быть, и в координации движений), торможение играет еще важную охранительную роль, защищая нервные клетки от истощения, которое может наступить при длительном и сильном их возбуждении.

Процессы возбуждения и торможения в нервных центрах обладают определенной подвижностью и изменчивостью в смене друг друга, подчиняясь определенным закономерностям (см. стр. 371). Однако твердо установлено, что в процессе тренировки формируется более высокая подвижность процессов возбуждения и торможения, отчего у тренированного человека быстрота реакции значительно выше, чем у нетренированного.

Быстрота и точность любой двигательной реакции в большой мере зависит также от степени чувствительности анализаторов (органов чувств), принимающих участие в регуляции движения, в первую очередь — двигательного и зрительного анализаторов. Так, неизбежное покачивание руки во время прицеливания, при прочих равных условиях (стрельба из револьвера и пистолета), будет наименьшим в том случае, когда чувствительные приборы-рецепторы будут

своевременно «информировать» центральную нервную систему о малейших изменениях положения руки, вслед за чем из соответствующих двигательных центров головного мозга будут поступать «команды» к нервным двигательным клеткам, ведающим сокращением мышц, возбуждая или затормаживая те или иные из них и тем самым, регулируя положение руки. Следовательно, чем выше точность «работы» органов чувств, чем тоньше их различительная способность, тем быстрее и точнее происходит в центральной нервной системе анализ полученного раздражения, в связи с чем организм может своевременнее и точнее отвечать на него, в данном случае—соответствующим движением руки.

Анализаторы. Согласно учению И. П. Павлова, все органы чувств являются анализаторами. Каждый анализатор составляет единую систему, состоящую из трех разделов: периферического—воспринимающего аппарата (рецепторы); центростремительного нервного пути, по которому нервное возбуждение передается от периферии к центру; конечного мозгового отдела, находящегося в коре головного мозга. Кора больших полушарий головного мозга и сосредоточивает мозговые концы всех анализаторов. В связи с этим высший анализ раздражений происходит в коре головного мозга, где нервное возбуждение, поступившее из органа чувств, преобразуется в ощущение. Каждый орган чувств — анализатор воспринимает только определенный вид раздражения.

Итак, во всех органах имеются воспринимающие нервные окончания, или рецепторы, которые посылают центростремительные нервные импульсы в центральную нервную систему. Одни рецепторы расположены внутри тела и воспринимают раздражения, возникающие во внутренних органах, другие находятся у поверхности тела и воспринимают внешние раздражения.

Рецепторы, в связи с особенностями своего строения, являются специализированными, приспособленными к возбуждению только определенными раздражителями: одни возбуждаются при раздражении светом, другие — звуком и т. д. В числе специализированных имеются и рецепторы, расположенные в вестибулярном аппарате, мышцах и сухожилиях, которые сигнализируют при каждом изменении положения тела и изменении напряжения в мышцах и сухожилиях. От работы этих анализаторов в большой мере зависит сохранение равновесия тела и регуляция сокращения скелетных мышц, в связи с чем они и должны представлять для стрелков наибольший интерес.

Вестибулярный анализатор — орган равновесия, обеспечивает определение положения тела в пространстве и сохранение его равновесия. Периферический отдел этого анализатора—вестибулярный аппарат расположен в височной части головы, во внутренней части правого и левого уха (рис. 164). Он состоит изотолитового аппарата и полукружных каналов. Отолитовый аппарат состоит из двух мешочков, на внутренней поверхности которых имеются чувствительные клетки, снабженные волосками. На волосках находятся маленькие комочки кристаллов извести — отолиты. Всякое изменение положения головы меняет натяжение волосков и тем самым возбуждает связанные с волосками окончания нервных волокон рецепторов. Порог различения вестибулярным аппаратом наклона головы и туловища в сторону составляет 1° , вперед и назад $1,5—2^{\circ}$. Импульсы, идущие от отолитового аппарата, вызывают рефлекторные реакции, способствующие сохранению равновесия тела. От одного из мешочков отолитового аппарата отходят в трех взаимно перпендикулярных плоскостях три полукружных канала, представляющие собой тончайшие трубочки, заполненные жидкостью — эндолимфой. При всяком движении головы находящаяся в них жидкость производит своим колебанием давление на чувствительные клетки, связанные с окончаниями нервных волокон. Возникающие при этом импульсы вызывают рефлекторные реакции, ведущие к сохранению равновесия тела при движениях. Таким образом, всякое изменение положения головы влечет за собой возбуждение рецепторов отолитового аппарата.

Двигательный (суставно-мышечный) анализатор обеспечивает регуляцию сокращения скелетных мышц, играя тем самым важнейшую роль в координации (согласованности) движений.

Периферическая часть двигательного анализатора — проприорецепторы заложены в толще мышц, сухожилиях и суставах. Их имеется несколько видов, отличающихся своим устройством. Большей частью проприорецепторы представляют собой разветвленное окончание чувствительного нерва, оплетаю-

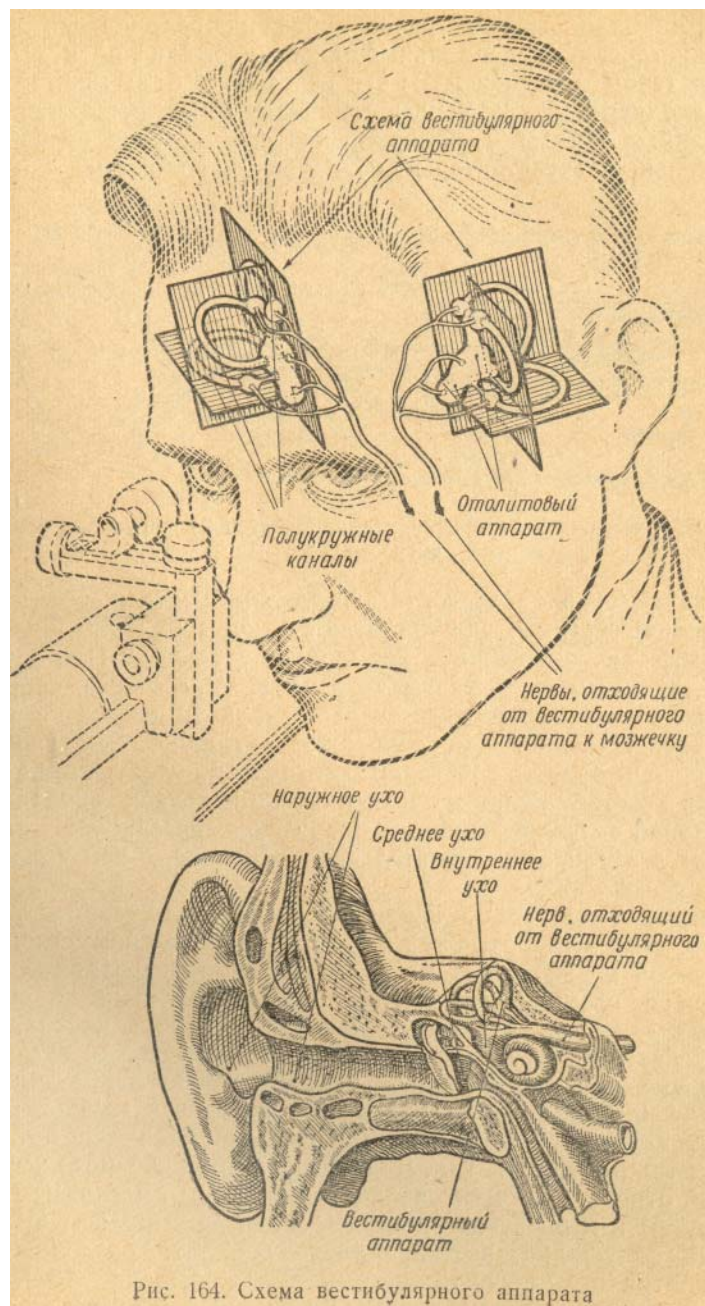


Рис. 164. Схема вестибулярного аппарата