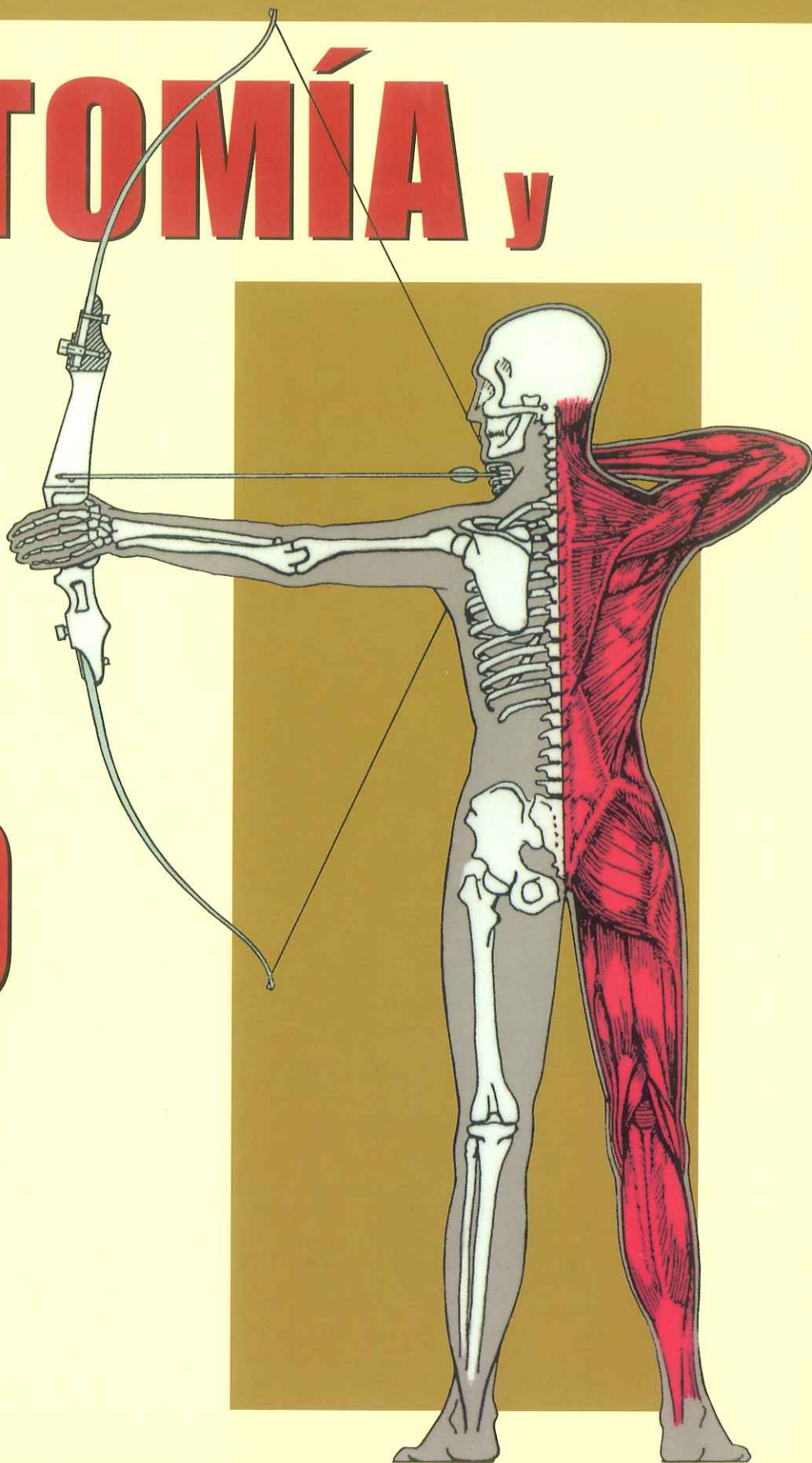


Introducción a técnicas
para mejorar la ejecución de tiro

ANATOMÍA y TIRO CON ARCO

RAY AXFORD



“Este libro deberían tenerlo todos aquellos que están involucrados en el entrenamiento o enseñanza del tiro con arco, incluyendo profesores y alumnos... Los temas que trata y cómo lo hace continuarán siendo válidos dentro de medio siglo y, probablemente, durante mucho más tiempo.”

—THE BRITISH ARCHER

ANATOMÍA y TIRO CON ARCO

Introducción a las técnicas para mejorar la ejecución de tiro

Este singular libro enfoca por primera vez las técnicas de tiro con arco desde el punto de vista de la interrelación entre la anatomía del cuerpo humano y la del arco. Poner de relieve las fuentes primarias de la potencia desarrollada en la práctica de este deporte, permite que entrenadores y arqueros comprendan y perfeccionen su destreza mediante técnicas basadas en la coordinación de los movimientos naturales del arquero y del arco.

Otros libros destacan, con toda razón, la importancia del enfoque mental del tiro con arco: concentración, determinación, motivación y visualización. No obstante, la potencialidad mental por sí sola no basta para garantizar la perfecta ejecución del disparo. El tiro con arco requiere un esfuerzo natural psicofísico, basado en el uso eficaz de huesos, articulaciones, músculos y tendones. Este libro presenta dibujos y diagramas claros y precisos junto con texto explicativo, que proporcionan una visión diáfana del tema para todos los niveles de conocimiento técnico.

Anatomía y tiro con arco puede ser utilizado por arqueros de todo el mundo para mejorar sus conocimientos de biomecánica del tiro con arco; con independencia de reglamentos nacionales o internacionales. Su autor, Ray Axford, basándose en la certeza de que los problemas elementales de la mayoría de arqueros se deben al desconocimiento de esta parte fundamental del tiro, aporta soluciones inestimables que contribuirán a mejorar la ejecución del disparo para muchos de ellos.

RAY AXFORD, en lo deportivo, se inició en el tiro con arco en 1975 y obtuvo el título de entrenador regional en 1982. Ha enseñado este deporte en el Reino Unido y ha pronunciado infinidad de conferencias sobre anatomía humana y biomecánica. Ha publicado varios artículos con ilustraciones propias en revistas de tiro con arco. En lo profesional ha trabajado como diseñador e ingeniero en una empresa de instrumentación aeronáutica, tuvo bajo su responsabilidad la creación de varios sistemas innovadores de control para aviones y misiles y, posteriormente, como asesor de diseño, colaboró en varios proyectos de alta tecnología.

www.edicionestutor.com

978-84-7902-637-0



9 788479 026370

Editor: Jesús Domingo
Coordinación editorial: Paloma González
Revisión técnica: Dr. Alberto Muñoz Soler

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Título original: *Archery Anatomy. An introduction to Techniques for Improved Performance*

Publicado por primera vez en inglés en U.K en 1995 por Souvenir Press Ltd. Reimpreso en 1998, 2001 y 2004

© 1995 by Ray Axford
© 1995 by Souvenir Press Ltd.

© 2007 de la versión española
by Ediciones Tutor, S.A.
Marqués de Urquijo, 34. 28008 Madrid
Tel.: 91 559 98 32. Fax: 91 541 02 35
E-mail: info@edicionestutor.com
www.edicionestutor.com



Socio fundador de la
World Sports Publishers' Association
(WSPA)

Traducción de Oswaldo González del Álamo para Seven

ISBN 13: 978-84-7902-637-0
ISBN 10: 94-7902-637-5
Depósito legal: M-7756-2007
Impreso en: Top Printer Plus, S.L.L.
Impreso en España - *Printed in Spain*

A pesar de que el autor y los editores han puesto todos los medios a su alcance para garantizar que la información y recomendaciones de este libro sean correctas, declinan cualquier responsabilidad derivada de su uso.

Nota del autor

Aunque este libro pretende ser un tratado básico sobre biomecánica y mecánica elemental referidas al tiro con arco, se da por sentado que el lector está familiarizado con la práctica y/o la enseñanza de las técnicas de tiro incluidas en los manuales nacionales para arqueros y entrenadores.

Los nombres empleados para designar los músculos y huesos en este libro siguen la Terminología de Basilea, revisada y corregida por el 5.º y 6.º Congreso Internacional de Anatomistas.

Índice de contenidos

Nota del autor 5
 Flechas de tanteo 8

PRIMERA PARTE: ANATOMÍA DEL CUERPO Y DEL ARCO

1. Anatomía del cuerpo humano 12
 Descripción general 12
 Articulaciones 14
 Cápsulas articulares y tendones de unión 16
 Amplitud o rango del movimiento de las articulaciones 18
 Músculos 20
 Movimientos de brazos y hombros 22
 Movimientos de la parte superior de brazos y hombros 24
 Movimientos del brazo y del arco pectoral 26
 Alineación mecánica del brazo con el arco pectoral 28
 Músculos del hombro 30
 Músculos del brazo 32
 Músculos de espalda y pecho 34
 Fisiología (biotipos) 36
 Estatura y sexo 38

2. Anatomía del arco 40
 Descripción general 40
 Nomenclatura común de los arcos 42
 Construcción y funcionamiento de las palas 44
 Palas. Distribución de tensiones y equilibrio dinámico 46

3. Análisis de la anatomía del arco 48
 Deficiencias en la distribución de tensiones y del equilibrio dinámico 48
 Medidas de la distribución de tensiones 50
 Gráfica fuerza/apertura 52
 Línea de esfuerzo de apertura 54
 Presiones de la mano que afectan al equilibrio dinámico de las palas 56
 Fuerzas estabilizadoras que afectan al equilibrio dinámico de las palas 58
 Inestabilidad inherente al arco 60
 Estabilidad estática del arco 62

4. Análisis de la anatomía humana 64
 Planos de movimiento 64
 Observaciones generales acerca de problemas relacionados con la altura 66
 Observaciones generales acerca de la deformación de la posición corporal 68
 Observaciones generales acerca de la respiración 70
 Observaciones generales acerca de las pautas respiratorias 72

SEGUNDA PARTE: ANÁLISIS DE TÉCNICA

Establecer prioridades 76

5. Análisis de la unidad de fuerza 78
 Fuerzas del arco ejercidas sobre el cuerpo 78
 Carga del hombro de arco 80
 Cargas de espalda, hombro y brazo 92
 Carga uniforme de columna y musculatura 102
 Brazo de arco 108
 Mano de arco 112
 Mano de apertura, cargas y eficacia 124

6. Análisis de la unidad de soporte 132
 Pelvis masculina/femenina y piernas 132
 Postura y estabilidad 134

7. Análisis de la unidad de confirmación 140
 Cabeza, cráneo y amplitud de movimiento 140
 Cabeza, músculos de cabeza y cuello 142
 Cabeza, ángulos de cuello y cara 144
 Ojos, estructura 146
 Ojos, amplitud de movimiento vertical 148
 Ojos, amplitud de movimiento horizontal 150
 Ojos, relación con el giro de cabeza 152
 Ojos, relación con la altura de la unidad de fuerza 156
 Ojos y ayudas 158

8. Análisis de investigación constructiva 160
 Especulación, coincidencia o confirmación 160

La última tanda 163

Flechas de tanteo

Tanteando el objetivo

La técnica de tiro completa del arquero ideal es sencilla y sin complicaciones; todos sus movimientos y acciones se realizan suavemente y con naturalidad, consiguiendo que el cuerpo y el arco funcionen conjuntamente, como una unidad. El cuerpo del arquero, de pies a cabeza, mantiene la compostura y el equilibrio sin tensiones innecesarias en ningún punto y se encuentra relajado mental y físicamente, pero alerta.

Al abrir el arco hasta la posición de anclaje, todo el cuerpo debe apuntar con naturalidad en dirección a la diana, de tal modo que, si la acción se realizara con los ojos cerrados, al abrirlos para verificar la dirección de tiro sólo sería necesario ajustar el ángulo de la trayectoria vertical, sin prácticamente ajuste lateral.

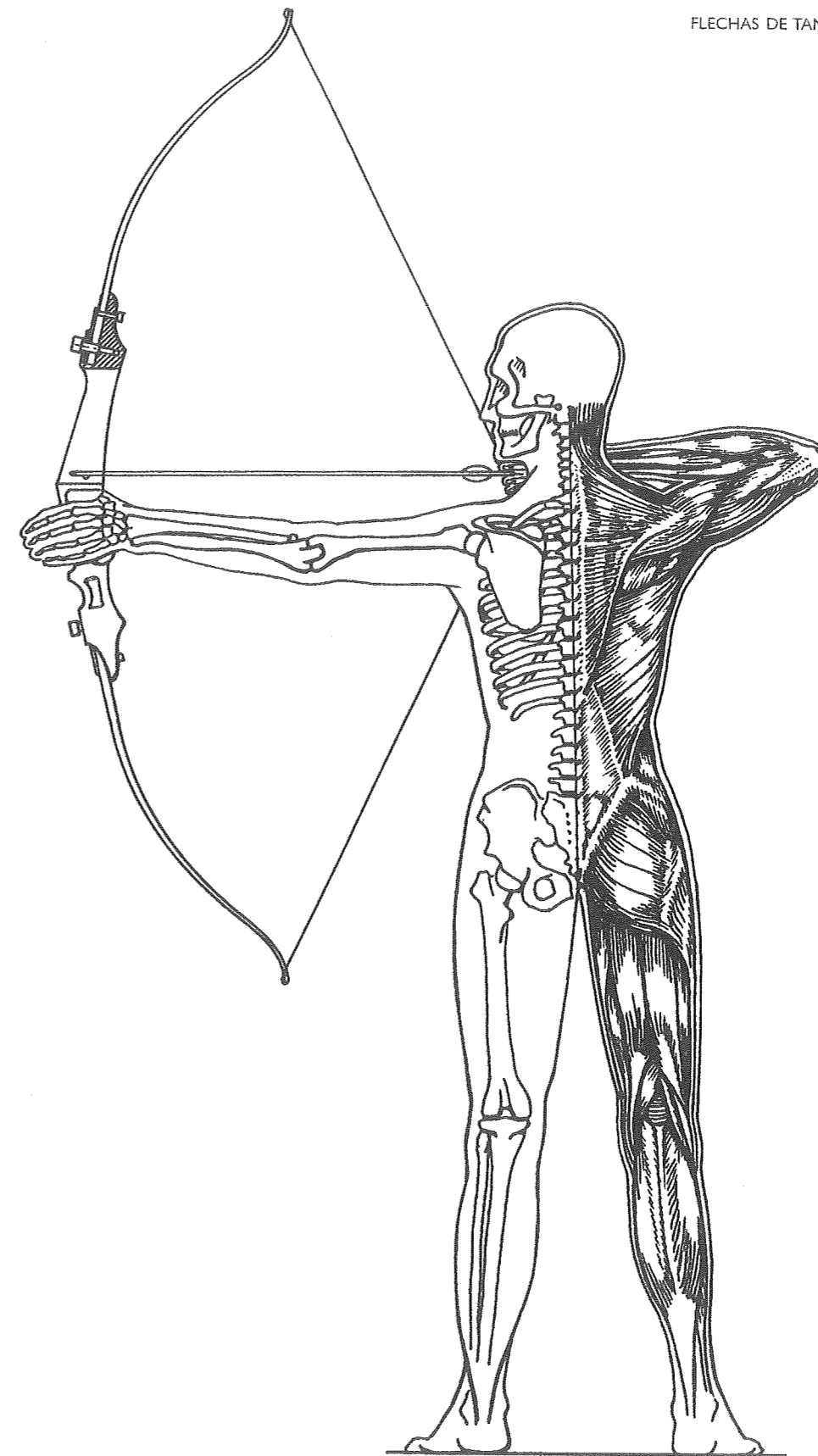
La cabeza no debe estorbar ni dificultar el desarrollo de un acto de apertura anatómicamente eficaz. La estructura de la cara y del maxilar inferior debe utilizarse para colocar el ojo director de modo repetitivo detrás de la cuerda del arco, a una altura constante por encima de la posición del culatín de la flecha, confirmando así que la alineación del cuerpo respecto al arco es correcta. Por las sensaciones percibidas, el cerebro supervisa y ratifica que la secuencia ha sido efectiva y será completada satisfactoriamente. Todas las acciones del cuerpo, movimientos y posiciones sacarán partido instintivamente de las inevitables leyes físicas naturales por las que el cuerpo intenta minimizar el gasto de energía, y no deberá haber conflicto alguno entre el uso eficaz de cuerpo y mente y los requerimientos para aprovechar convenientemente el rendimiento del material.

Dado que el tiro con arco, como todos los deportes que requieren destreza motriz, depende enormemente de la concentración mental, determinación, motivación y visualización, se ha dado justa importancia a la incidencia de la mente en los métodos de enseñanza y ejecución de tiro.

No obstante, ningún deporte puede basarse únicamente en poderes mentales. También es necesario el soporte físico de huesos, articulaciones, tendones y músculos, cuyas características deben ser estudiadas, asimiladas y aplicadas para obtener el mejor rendimiento posible de cada arquero. La comodidad del cuerpo durante la realización de un esfuerzo libera la potencialidad mental, aporta confianza en uno mismo y aumenta el disfrute del deporte dentro de un estado de relajación y, simultáneamente, de competitividad.

Se supone que el arquero representado en la ilustración muestra muchas de las características físicas ideales y posee todos los requerimientos mentales, pero en las páginas siguientes nos limitaremos a examinar en detalle ciertas partes del arquero y de su material, así como a analizar las acciones y cargas soportadas por el cuerpo y el arco, para determinar si la técnica existente o que se pretende aplicar puede desarrollarse con mayor eficacia.

NOTA: Se acostumbra a llamar flechas de tanteo a seis tiros de prueba realizados antes de empezar una competición o al cambiar la distancia de tiro, para que el arquero pueda verificar si su postura y el estado de su material están preparados para tirar correctamente a esa distancia.



PRIMERA PARTE
ANATOMÍA DEL CUERPO Y DEL ARCO

1. Anatomía del cuerpo humano

DESCRIPCIÓN GENERAL

El conocimiento de la estructura anatómica del cuerpo humano es esencial para poder apreciar adecuadamente la eficacia de su uso.

El esqueleto, con un peso en seco de 3,86 Kg aproximadamente, constituye la estructura ósea y rígida del cuerpo humano que soporta las cargas de compresión y protege los órganos internos.

Los huesos están unidos entre ellos de distintas maneras y sus puntos de unión pueden ser móviles, semimóviles o inmóviles. Estudiaremos principalmente los primeros.

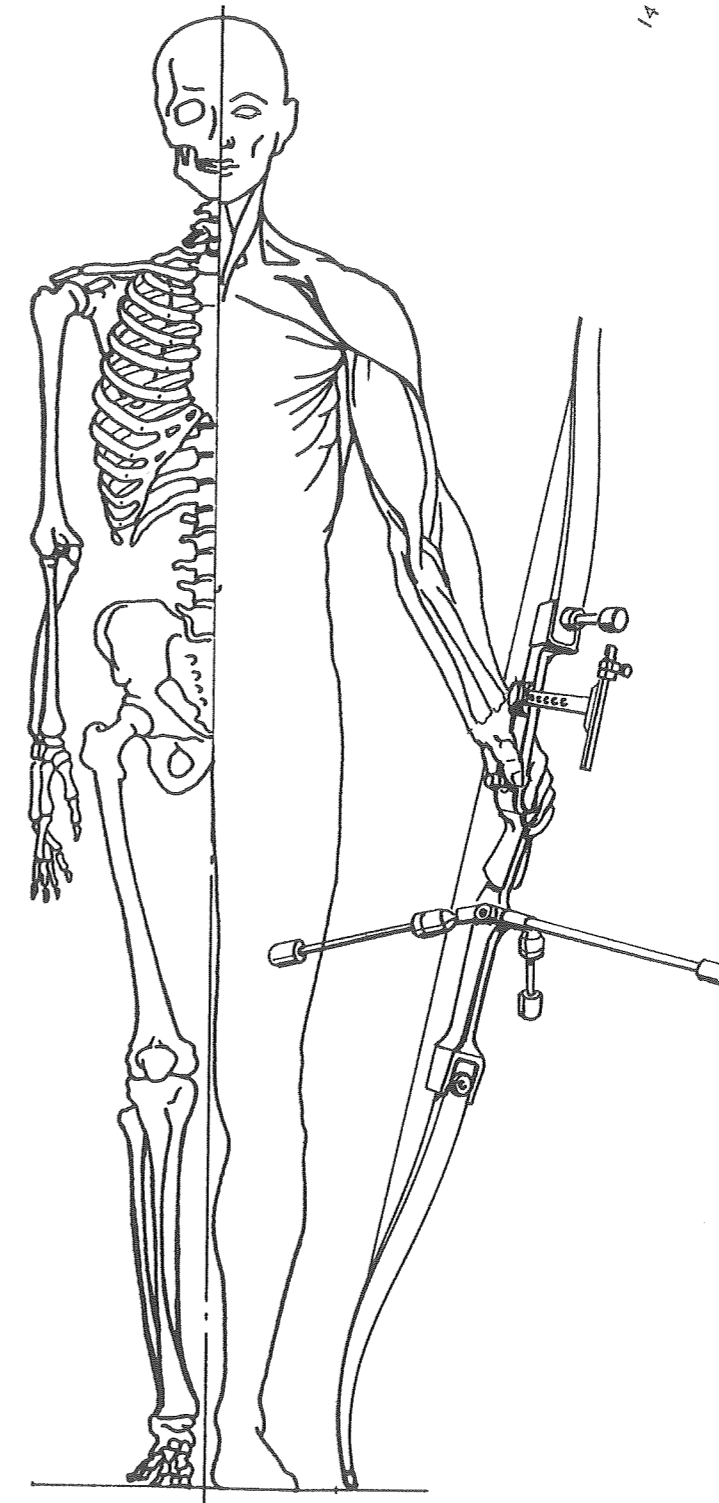
La mayoría de los 233 huesos del esqueleto están distribuidos por pares situados simétricamente a un lado y otro de aquél. Los huesos únicos, como las vértebras y la pelvis, están compuestos por dos subdivisiones similares.

En las uniones articuladas, las superficies de contacto de los huesos están recubiertas de cartílago o de membranas sinoviales y se mantienen unidas por medio de ligamentos capsulares. Las formas de las superficies articuladas determinan sus funciones, pudiendo ser planas, esféricas, cilíndricas, torneadas o sillaes.

Al moverse, los huesos actúan generalmente como palancas que rotan alrededor de un eje imaginario; son movidos por músculos, en los cuales uno de los extremos está conectado mediante un tendón al hueso que debe moverse y el otro extremo se conecta de modo similar a la estructura de soporte.

Cuando los músculos que controlan una articulación determinada se encuentran relajados o en estado de contracción mínima, se dice que la articulación está en reposo. Ese es el punto de inicio de todo análisis de movimiento articular.

NOTA: Es mucho más importante conocer la ubicación de los músculos y su posición relativa con respecto a huesos y articulaciones sobre los que actúan, que conocer los nombres de cada uno de ellos. Es obvio que el objetivo es tratar de identificarlos visualmente o por medio del tacto, pero si es capaz de nombrarlos, facilitará su comunicación con los demás cuando hablen del tema.



14 ANATOMIA DEL CUERPO HUMANO 15
ARTICULACIONES
La figura muestra

1. Anatomía del cuerpo humano

DESCRIPCIÓN GENERAL

El conocimiento de la estructura anatómica del cuerpo humano es esencial para poder apreciar adecuadamente la eficacia de su uso.

El esqueleto, con un peso en seco de 3,86 Kg aproximadamente, constituye la estructura ósea y rígida del cuerpo humano que soporta las cargas de compresión y protege los órganos internos.

Los huesos están unidos entre ellos de distintas maneras y sus puntos de unión pueden ser móviles, semimóviles o inmóviles. Estudiaremos principalmente los primeros.

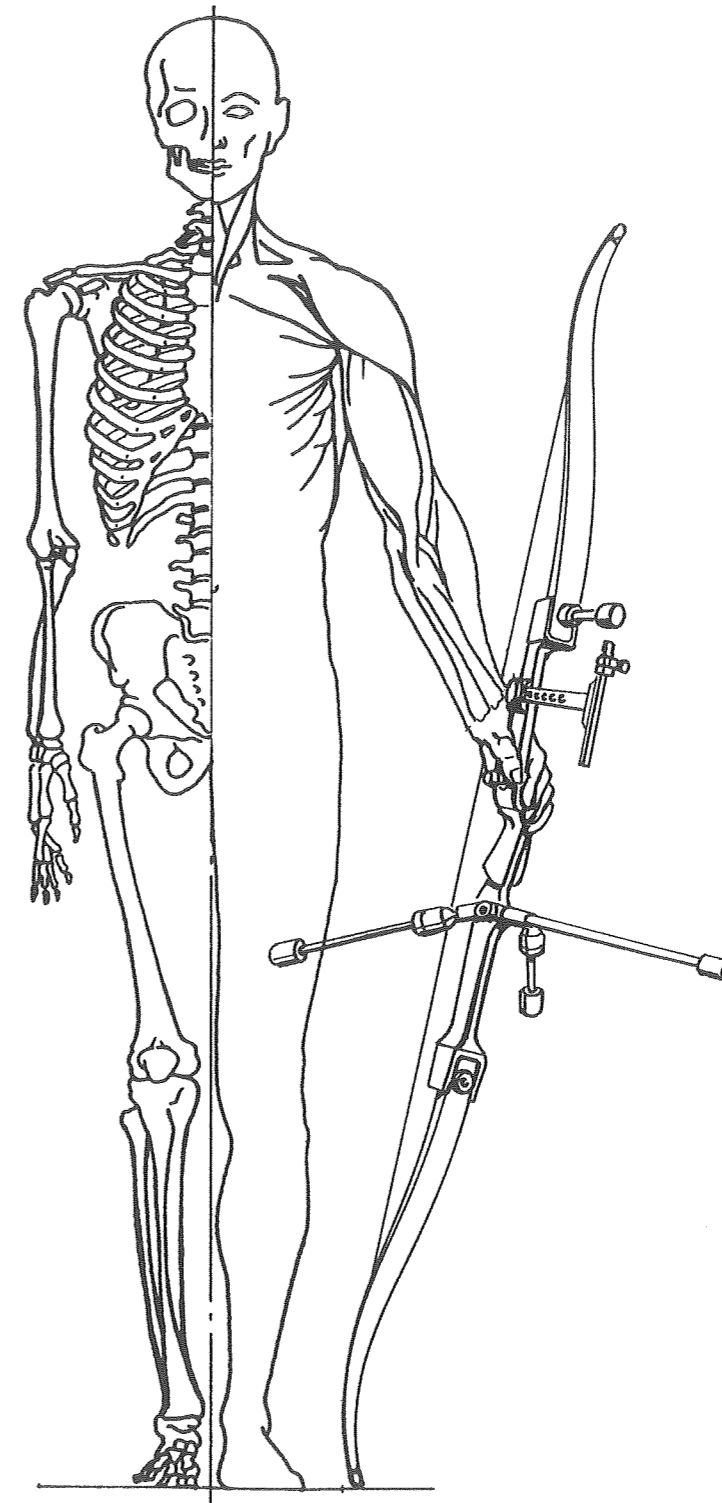
La mayoría de los 233 huesos del esqueleto están distribuidos por pares situados simétricamente a un lado y otro de aquél. Los huesos únicos, como las vértebras y la pelvis, están compuestos por dos subdivisiones similares.

En las uniones articuladas, las superficies de contacto de los huesos están recubiertas de cartílago o de membranas sinoviales y se mantienen unidas por medio de ligamentos capsulares. Las formas de las superficies articuladas determinan sus funciones, pudiendo ser planas, esféricas, cilíndricas, torneadas o sillares.

Al moverse, los huesos actúan generalmente como palancas que rotan alrededor de un eje imaginario; son movidos por músculos, en los cuales uno de los extremos está conectado mediante un tendón al hueso que debe moverse y el otro extremo se conecta de modo similar a la estructura de soporte.

Cuando los músculos que controlan una articulación determinada se encuentran relajados o en estado de contracción mínima, se dice que la articulación está en reposo. Ese es el punto de inicio de todo análisis de movimiento articular.

NOTA: Es mucho más importante conocer la ubicación de los músculos y su posición relativa con respecto a huesos y articulaciones sobre los que actúan, que conocer los nombres de cada uno de ellos. Es obvio que el objetivo es tratar de identificarlos visualmente o por medio del tacto, pero si es capaz de nombrarlos, facilitará su comunicación con los demás cuando hablen del tema.



ARTICULACIONES

La figura de la página siguiente ilustra esquemáticamente los distintos tipos de articulaciones.

1. Esférica

El extremo esférico de un hueso se mueve en el interior de la fosa esférica de otro, como en el hombro (ilustrado) o en la cadera.

Este tipo de articulación puede girar sobre su propio eje y oscilar con un cono de movimiento amplio.

2. Rotatoria

Un hueso puede oscilar sobre otro u oscilar sobre su eje juntamente con el otro. La cabeza de la articulación es cilíndrica.

Se produce un movimiento de este tipo en la cabeza del hueso anterior del antebrazo (radio) sobre su propio eje y sobre el hueso posterior (cúbito), como muestra la ilustración.

3. De bisagra

La cabeza de uno de los huesos de la articulación es cilíndrica y la del otro ofrece una concavidad cilíndrica para alojar al primero.

El movimiento se realiza en un solo plano y sobre un solo eje, como en el codo (mostrado en la ilustración), la rodilla y los dedos.

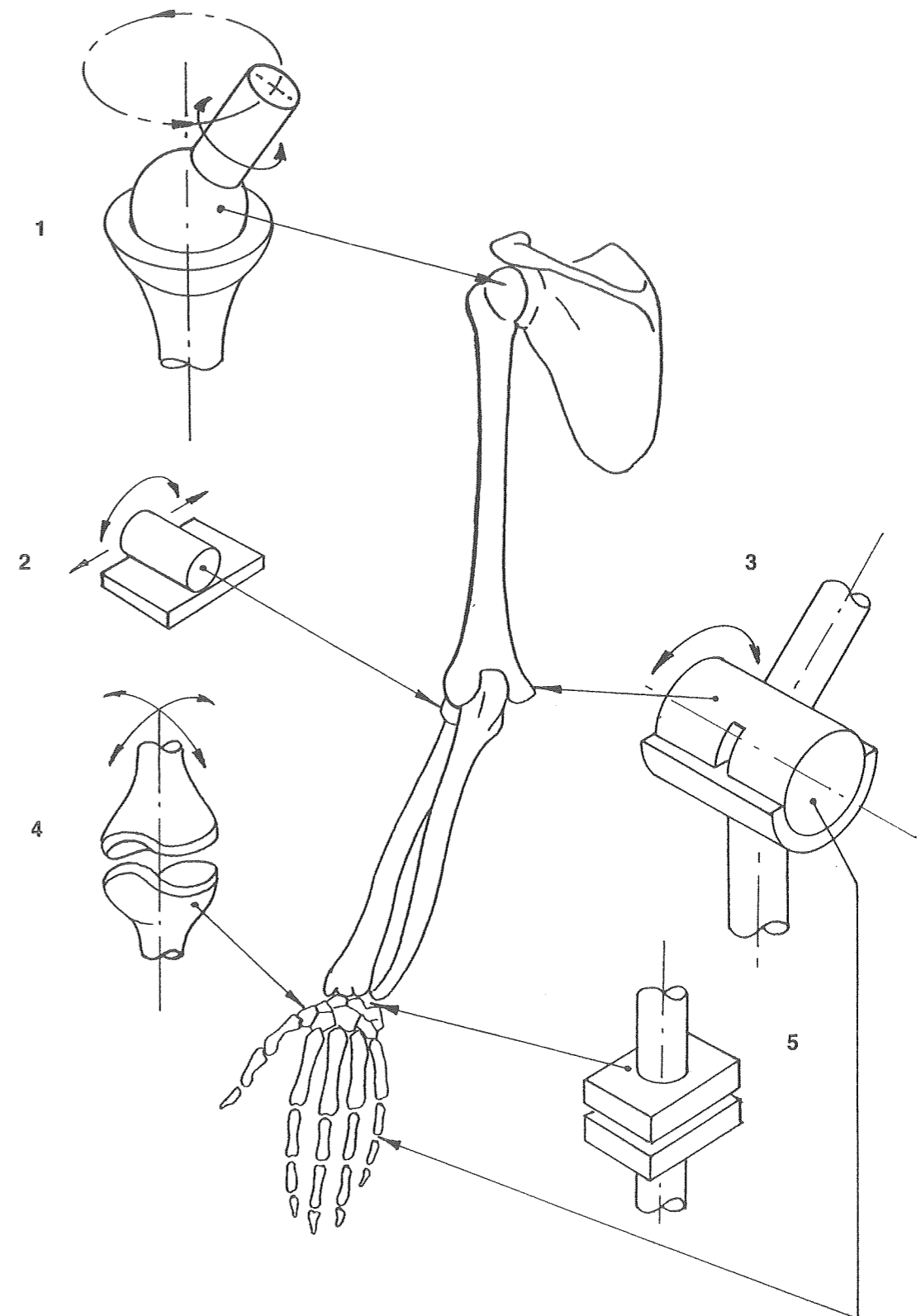
4. Sillar (con dos ejes)

Una de las superficies es convexa y la otra es cóncava. Las curvaturas correspondientes a los dos ejes perpendiculares son opuestas, encajando como lo harían dos sillas de montar invertidas.

Estas articulaciones aparecen entre el pulgar y la muñeca (ver ilustración).

5. Semirrígida

Con superficies llanas o ligeramente curvadas, como en la muñeca (ilustrado) y en el arco o puente del pie.



CÁPSULAS ARTICULARES Y TENDONES DE UNIÓN

Cápsulas articulares

1. La mayoría de uniones articulares son sinoviales (los puntos de contacto entre huesos están recubiertos por un cartílago especial para articulaciones). Toda la unión está cubierta por una cápsula cuya cara interior está protegida por una membrana sinovial que segrega un fluido lubricante. Algunas zonas exteriores de la cápsula están reforzadas por ligamentos que mantienen la unión y le dan estabilidad.

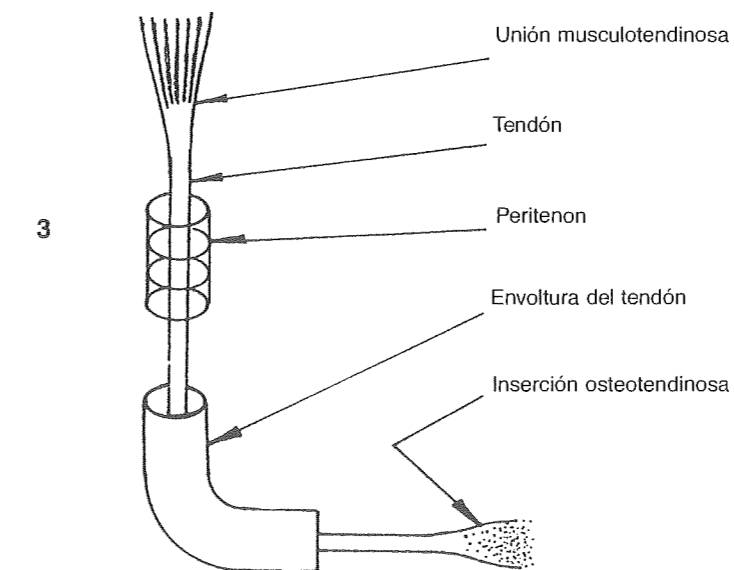
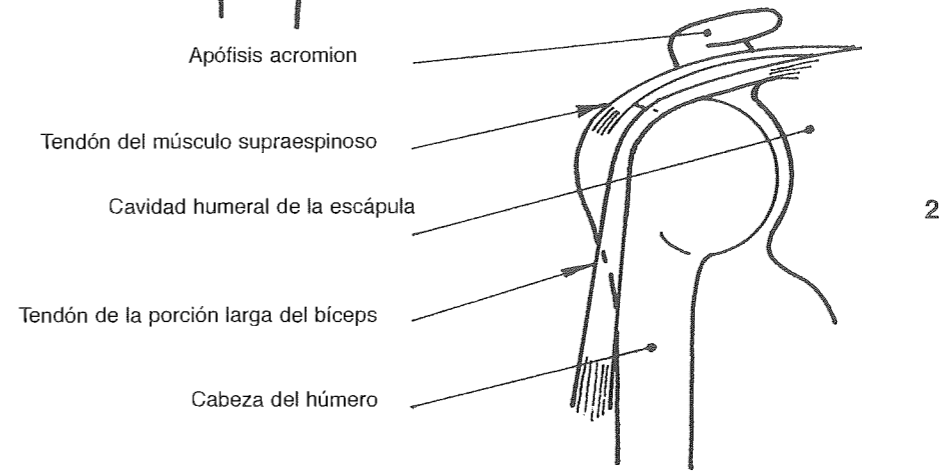
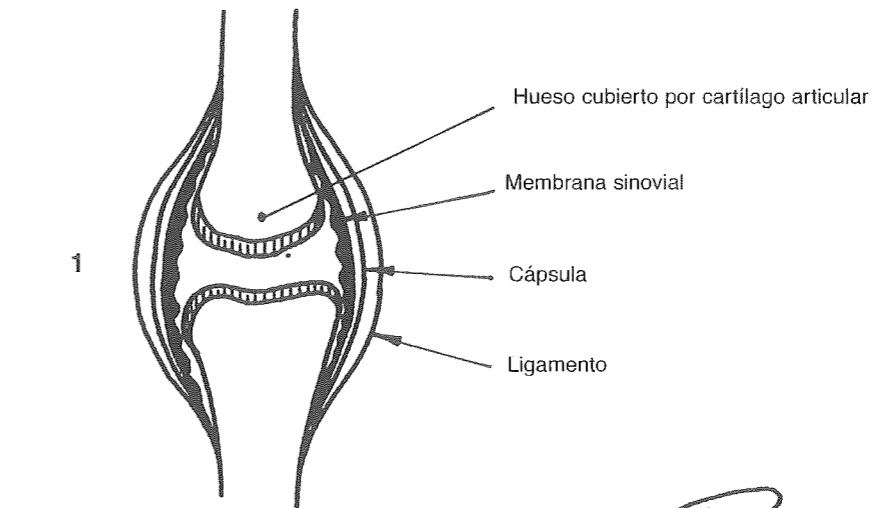
2. Una articulación también puede contener ligamentos intracapsulares (como en el caso de la rodilla) u otras estructuras como el tendón de la porción larga del bíceps y el tendón del supraespinoso en la unión del hombro (mostrado en la figura).

Tendones

3. Los tendones están formados por haces muy resistentes de fibras de colágeno que unen los músculos a los huesos, permitiendo que una contracción muscular tire de ellos y provoque su movimiento.

Uno de los extremos de los tendones se adhiere a los músculos y el otro se inserta en los huesos, mientras el resto de su longitud está recubierta por una membrana llamada peritenon que, en cierta medida, alimenta y lubrica el tendón.

En los lugares en que un tendón pasa por encima o alrededor de un hueso, como ocurre con el de la porción larga del bíceps en el hombro, está sobreprotegido y guiado por una envoltura fibrosa.



AMPLITUD O RANGO DEL MOVIMIENTO DE LAS ARTICULACIONES

Cada articulación tiene tres rangos de movimiento que determinan sus posiciones posibles:

Amplitud de actividad normal

Definida por los movimientos normales y cotidianos de las articulaciones, sin intervención consciente de la musculatura.

Máxima amplitud activa

Amplitud límite del movimiento que puede efectuar una articulación sometida a la tracción deliberada de los músculos que la controlan. Estas amplitudes son siempre de mayor magnitud que las de actividad normal y, aunque mediante ejercicio puedan incluso aumentarse, toda actividad que implique movimientos de esa envergadura implica fatiga y reducción progresiva de control del movimiento, si su uso es repetitivo o prolongado.

Máxima amplitud pasiva

Amplitud límite del movimiento que puede efectuar una articulación sometida a una tracción provocada por una fuerza distinta de la muscular, generalmente externa. Puede llegar a ser mayor que la máxima amplitud activa y, en general, provoca reacciones musculares instintivas que protegen la articulación contra esa tensión extrema.

Debe evitarse cualquier actividad o deporte que lleve o acerque las articulaciones a esos límites de movimiento; aparte del dolor y molestias que producen, la reiteración de tales tensiones físicas puede lesionar la articulación.

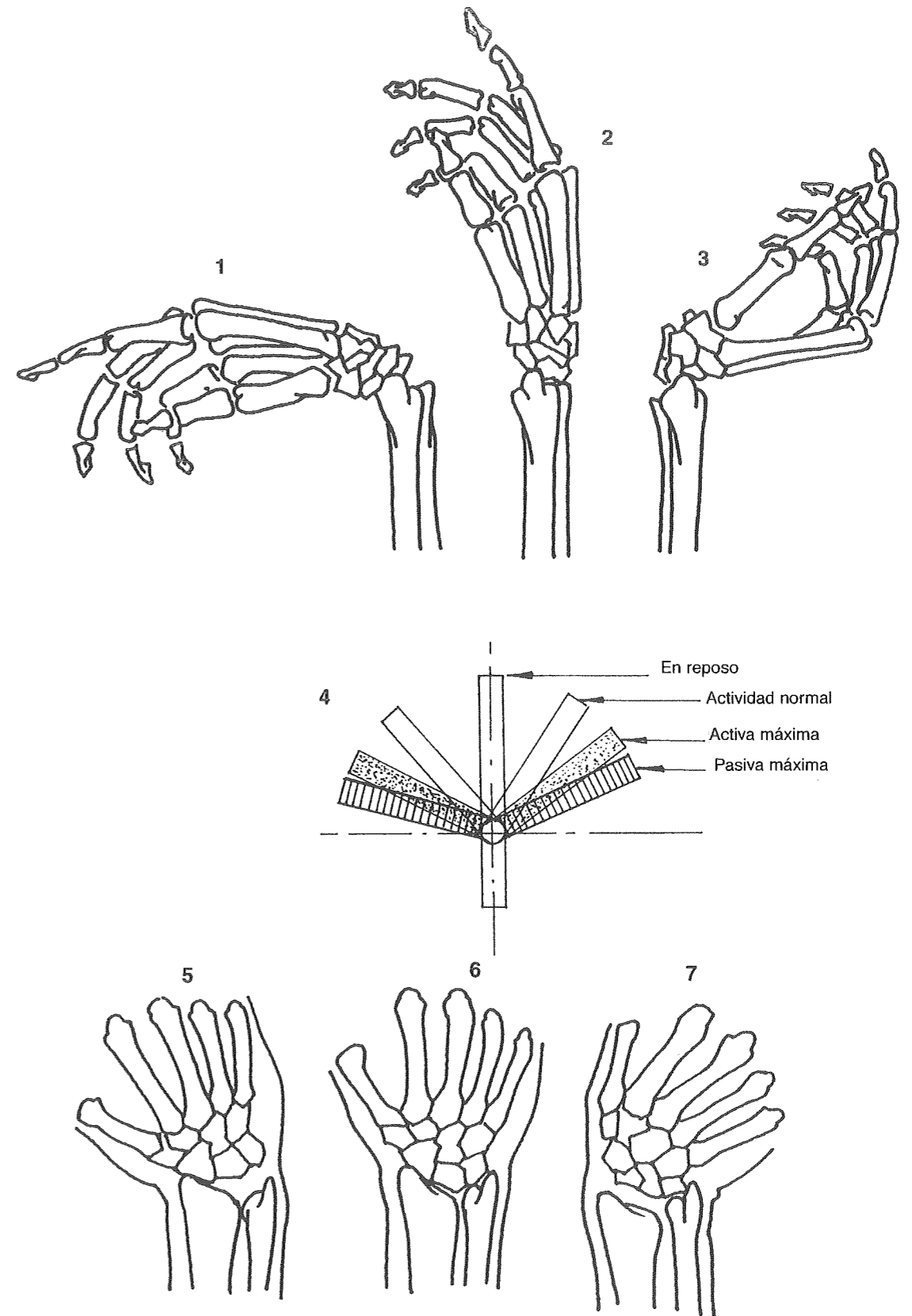
Las **Figuras 1 y 3** muestran la amplitud de actividad normal de la muñeca con la palma hacia abajo y hacia arriba, respectivamente. La **Figura 2** ilustra la posición de la muñeca en estado de reposo, la unión articular estando equilibrada por un esfuerzo mínimo de los músculos que la controlan; es la posición más estable que puede adoptar, bajo la sola presión del peso de la mano.

La **Figura 4** es un diagrama que representa las amplitudes en reposo, de actividad normal, activa máxima y pasiva máxima del movimiento de cualquier articulación.

La **Figura 5** muestra una posición baja de la muñeca, cercana a la máxima amplitud pasiva.

La **Figura 6** ilustra la muñeca en posición de reposo, con un contacto máximo de uniones y un control mínimo de la musculatura.

La **Figura 7** expone la posición alta de la muñeca, cercana a la máxima amplitud pasiva.



MÚSCULOS

Los huesos se mueven gracias a la acción de los músculos, estructuras fibrosas de color carne encapsuladas por una membrana no retráctil llamada fascia que, eventualmente, puede transformarse en tendón al final del músculo. La forma de los músculos varía según su función, pudiendo ser larga, ancha, gruesa o anular, y sus extremos se adhieren a los huesos por medio de tendones o fascias tendinosas.

Como regla general, los músculos largos están localizados en las extremidades, los anchos mueven el tronco, los gruesos son cortos y potentes y los anulares rodean las aberturas como, por ejemplo, la boca.

Los músculos se contraen para ejecutar acciones, ensanchándose y/o engrosando su espesor y acortando la distancia entre sus extremos. Sólo pueden alargarse hasta su estado de reposo cuando sus extremos son separados por la acción de otro músculo o por una carga externa, como en el caso de un movimiento de máxima amplitud pasiva.

Debido a la contracción muscular, partes de la estructura ósea y, como consecuencia, del cuerpo, se acercan o alejan las unas de las otras o giran.

La acción de un músculo es soportada o contrarrestada por la de otro. Es regla general que las acciones opuestas sean realizadas alternativamente, como cuando se flexiona una extremidad (flexión) y luego se extiende (extensión).

El extremo fijo o estacionario de un músculo es llamado cabeza u origen del mismo, mientras que el otro extremo recibe el nombre de punto de inserción.

Las formas y funciones de los músculos están expuestas en las ilustraciones de la página siguiente.

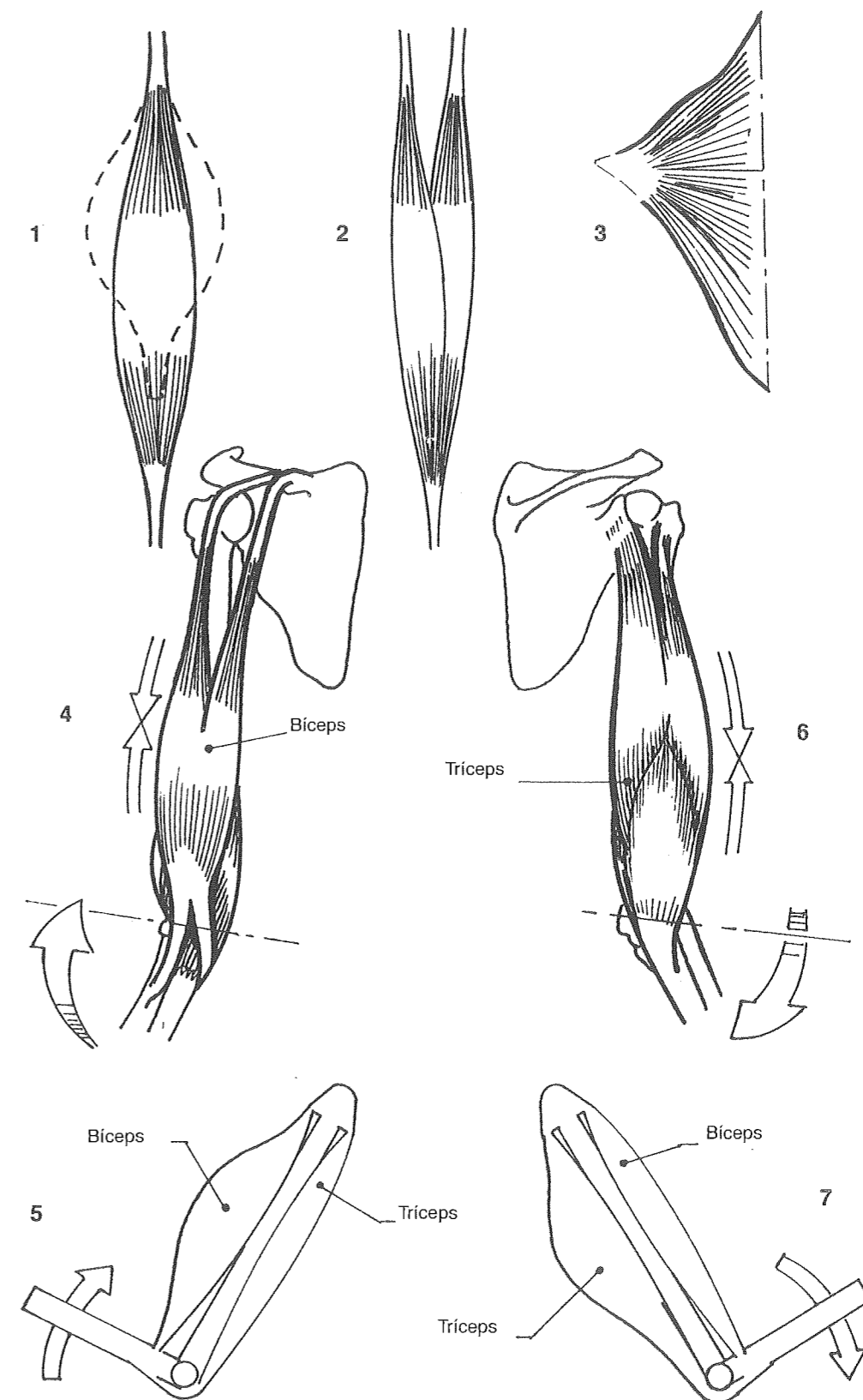
Figura 1: muestra un músculo en reposo y, en línea discontinua, la forma que adquiere durante una contracción.

Figura 2: representa un músculo con dos tendones en un extremo, como en el caso del bíceps.

Figura 3: típico músculo ancho del tronco.

Figuras 4 y 5: esquema anatómico de la acción del bíceps y del tríceps al levantar y bajar, respectivamente, el antebrazo.

Figuras 6 y 7: esquema simple de la misma acción en vista lateral.



MOVIMIENTOS DE BRAZOS Y HOMBROS

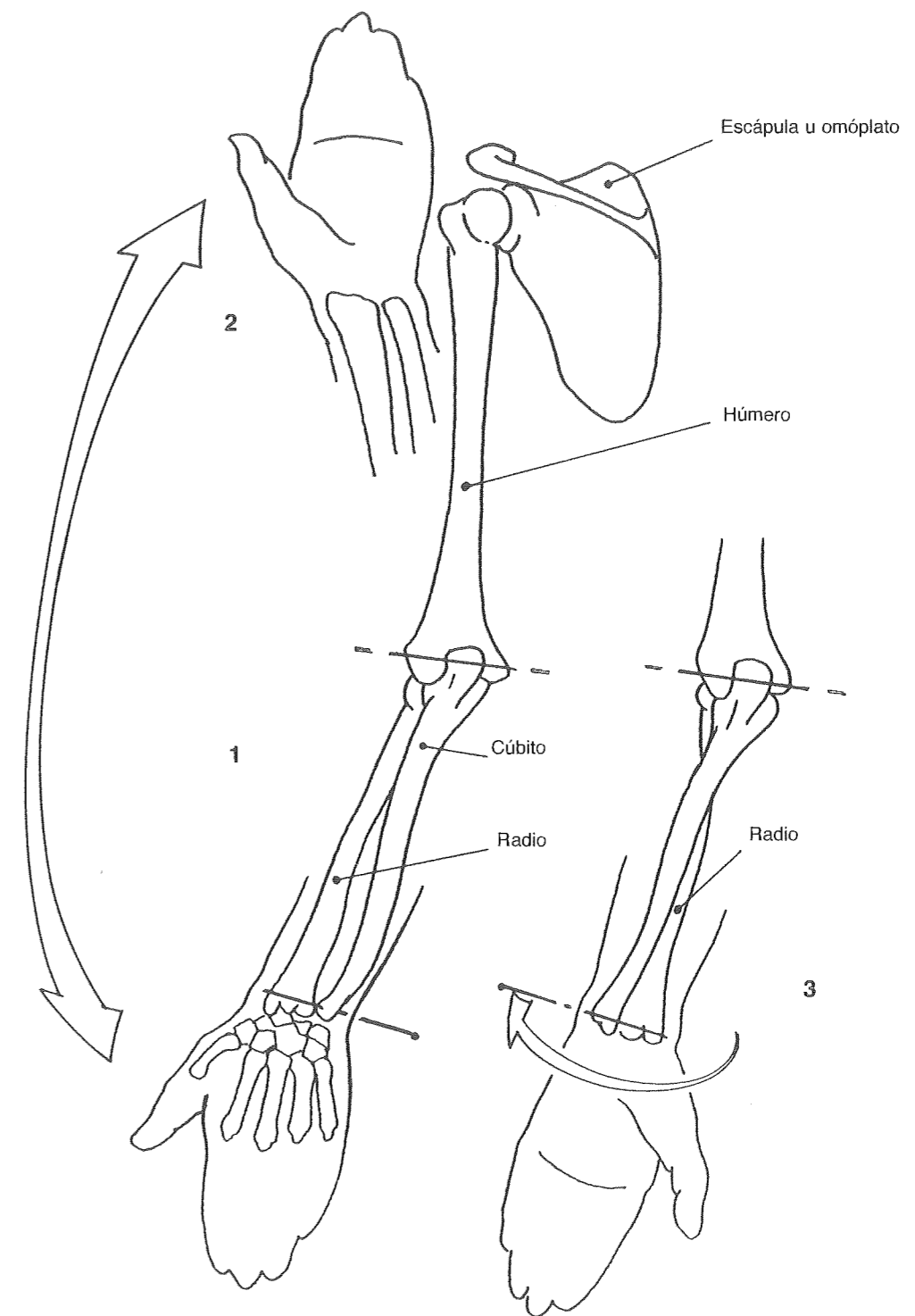
Los dibujos de la página siguiente ilustran los distintos movimientos ejecutables dentro del marco de amplitud de actividad normal del conjunto formado por antebrazo, brazo y hombro, mostrando que el movimiento total combinado de este ensamblaje es el que presenta mayor movilidad de todo el cuerpo.

Gracias a ella, la mano puede desplazarse hasta cualquier parte del tronco, debido esencialmente al hecho de que la única conexión mecánica del conjunto con el resto del esqueleto se realiza a través de la clavícula; sólo la musculatura impide que la escápula y las articulaciones asociadas a ella no floten libremente.

La gran versatilidad de las extremidades superiores hace que sean el conjunto potencialmente más inestable del cuerpo del arquero, especialmente cuando está sometido a la repetición de las cargas impuestas por el ciclo de tiro.

Figuras 1 y 2: ilustran el antebrazo pivotando sobre el codo, doblando desde la posición de reposo hasta el hombro con un ángulo aproximado de 156 grados. Lo cerca del brazo que pueda llegar el antebrazo, depende de lo abultada que sea la masa muscular y/o la cantidad de tejido carnoso o de vestimenta que impidan un movimiento más amplio.

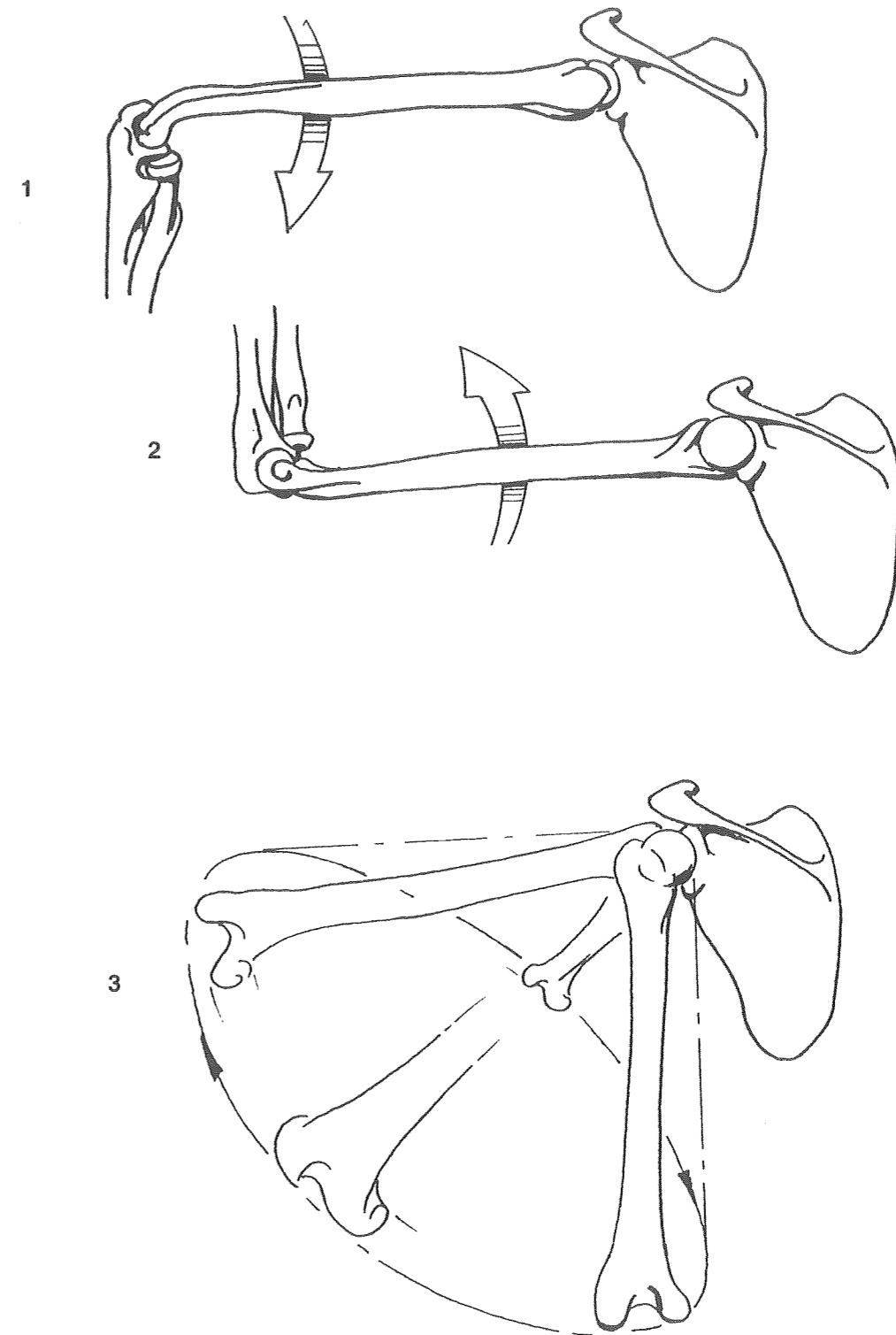
Figuras 1 y 3: muestran los huesos del antebrazo, cúbito y radio, que permiten la rotación de la mano con respecto al codo, mediante un movimiento de giro del extremo inferior del radio sobre el cúbito. La amplitud de la rotación está comprendida, generalmente, entre 170 y 180 grados.



MOVIMIENTOS DE LA PARTE SUPERIOR DE BRAZOS Y HOMBROS

Figuras 1 y 2: muestran la rotación del hueso del brazo (húmero) sobre su eje longitudinal, con la escápula inmobilizada. La amplitud de la rotación se sitúa generalmente entre los 170 y 180 grados. Cuando se combina este movimiento con la rotación del antebrazo, se puede lograr un giro de la mano de 340 a 360 grados, con respecto al omóplato.

Figura 3: describe gráficamente la amplitud del movimiento cónico del hueso del brazo mediante la articulación de su cabeza articular en la fosa de la escápula; la articulación del codo realiza un trazado circular desde el lateral del tronco hasta aproximadamente 10 grados hacia atrás a la altura del hombro y más o menos 90 grados a la altura del pecho. Adicionando esa acción al balanceo de delante atrás del húmero, se incrementa la amplitud del cono de movimiento.

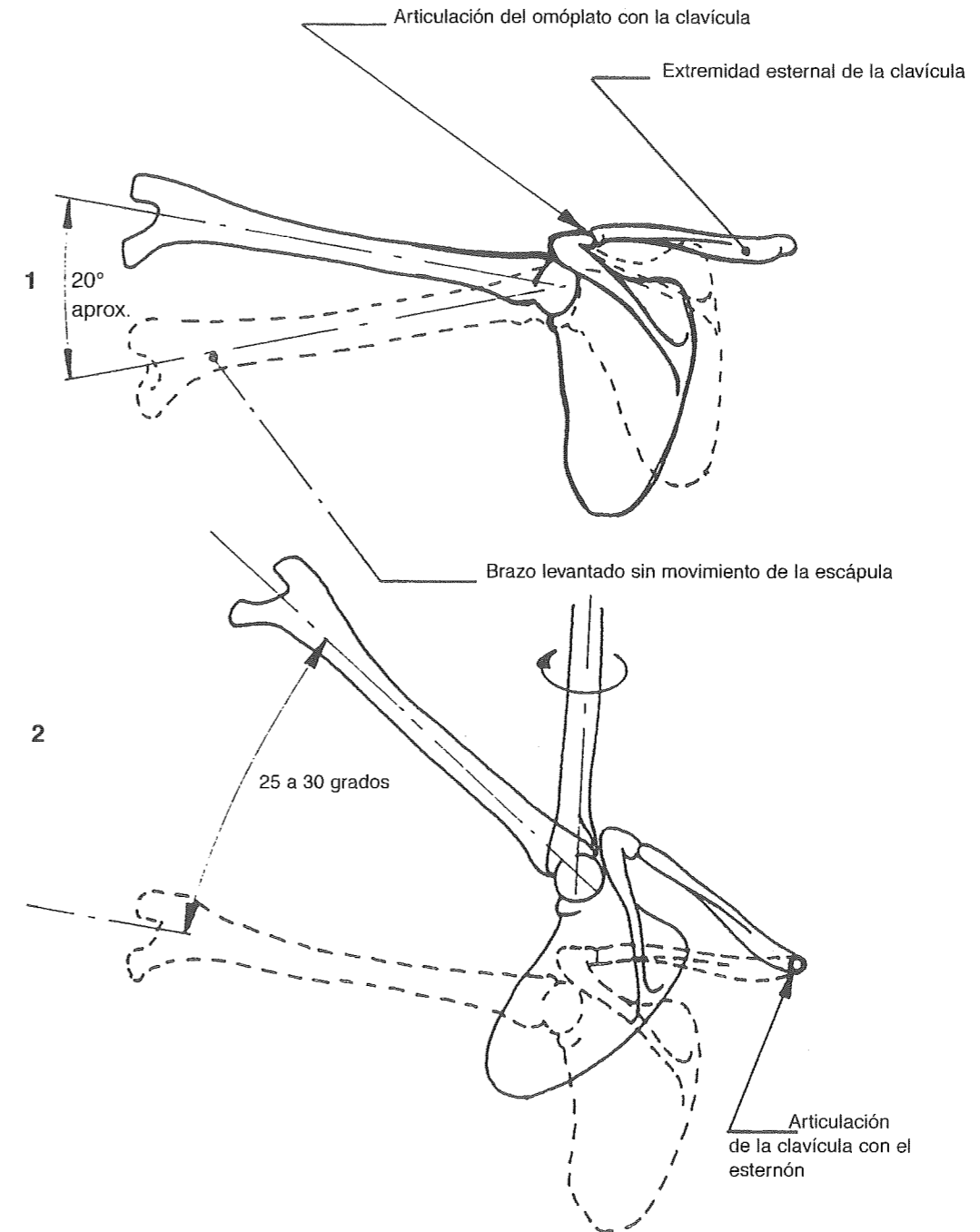


MOVIMIENTOS DEL BRAZO Y DEL ARCO PECTORAL

Existe una estrecha relación entre el hueso del brazo (húmero) y los huesos del arco pectoral (omóplato y clavícula): cada movimiento del primero es seguido por otro movimiento de los otros.

Como se ve en la **Figura 1**: se puede levantar el brazo hasta la horizontal sin apenas mover (o sin mover en absoluto) la escápula (dibujo con línea discontinua). Se puede levantar el brazo unos 20 grados más si el omóplato se desplaza hacia arriba y hacia fuera con respecto al tronco (dibujo con trazo continuo).

Figura 2: muestra que el movimiento combinado de las articulaciones del arco pectoral, incluyendo la clavícula, permite que el brazo se levante otros 25 a 30 grados (aproximadamente 45 grados en total con respecto a la horizontal). Añadiendo la rotación del húmero con respecto a su eje, se logra que el brazo se acerque a la vertical y llegue a tomar contacto con la cabeza en posición erecta.



ALINEACIÓN MECÁNICA DEL BRAZO CON EL ARCO PECTORAL

Figura 1: muestra una disposición típica de la clavícula, omóplato y húmero con respecto a un lateral de la caja torácica, incluyendo el esternón, con el brazo levantado hasta la altura del hombro, pero sin la presencia de los músculos que estabilizan o sostienen el conjunto en esa posición.

Figura 2: la misma disposición ósea anterior simplificada, con una fuerza de compresión **B** actuando a lo largo del húmero, compensada por una fuerza de resistencia **A** en la articulación del esternón con la extremidad esternal de la clavícula.

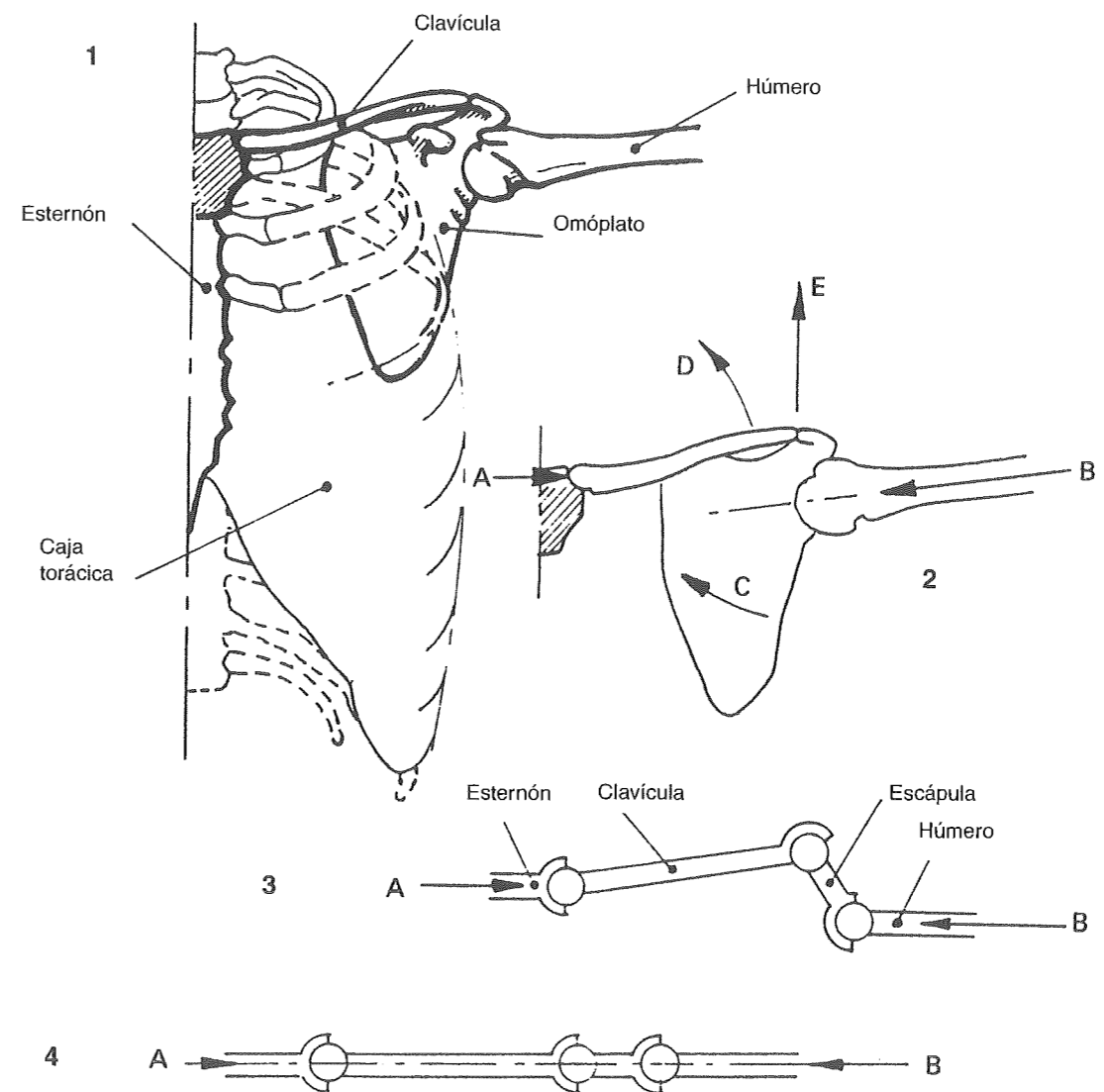
Las flechas **C** y **D** indican la dirección en que gira la escápula con respecto a su articulación con la clavícula y la dirección de rotación de la clavícula con respecto al esternón.

Ambos movimientos son la causa de que el arco pectoral se combe hacia arriba, en la dirección marcada por la flecha **E**.

Figura 3: diagrama del mismo conjunto anterior sometido a una carga de compresión, representada por cuatro varillas conectadas por tres articulaciones universales. Su objetivo es demostrar que un conjunto de ese tipo continuará doblándose hasta que se alcance el límite mecánico de cada articulación y, de aumentar la compresión, las articulaciones podrían desencajarse.

Figura 4: muestra una alineación mecánica que podría soportar una carga de compresión aplicada en la misma dirección, sin casi ninguna ayuda exterior. No obstante, aunque se dispusiese de tal conjunto, su estabilidad sería muy crítica. Esta alineación idealizada no puede realizarse con los componentes del arco pectoral, pero sí pueden obtenerse estructuras aproximadas, mediante una mínima ayuda de estabilización muscular en el caso de las articulaciones del resto de los brazos, caderas, piernas y tobillos.

Los tres apartados siguientes muestran los músculos que estabilizan la articulación del hombro, así como técnicas de preparación y tiro que pueden emplearse para reducir el peligro de colapso del hombro, disminuyendo al mismo tiempo la carga de trabajo de los músculos que lo controlan.



MÚSCULOS DEL HOMBRO

Muchos de los músculos que alinean y estabilizan la articulación hombro/brazo están ubicados en la estructura ósea formada por escápula, clavícula y caja torácica, recubiertos por otros músculos.

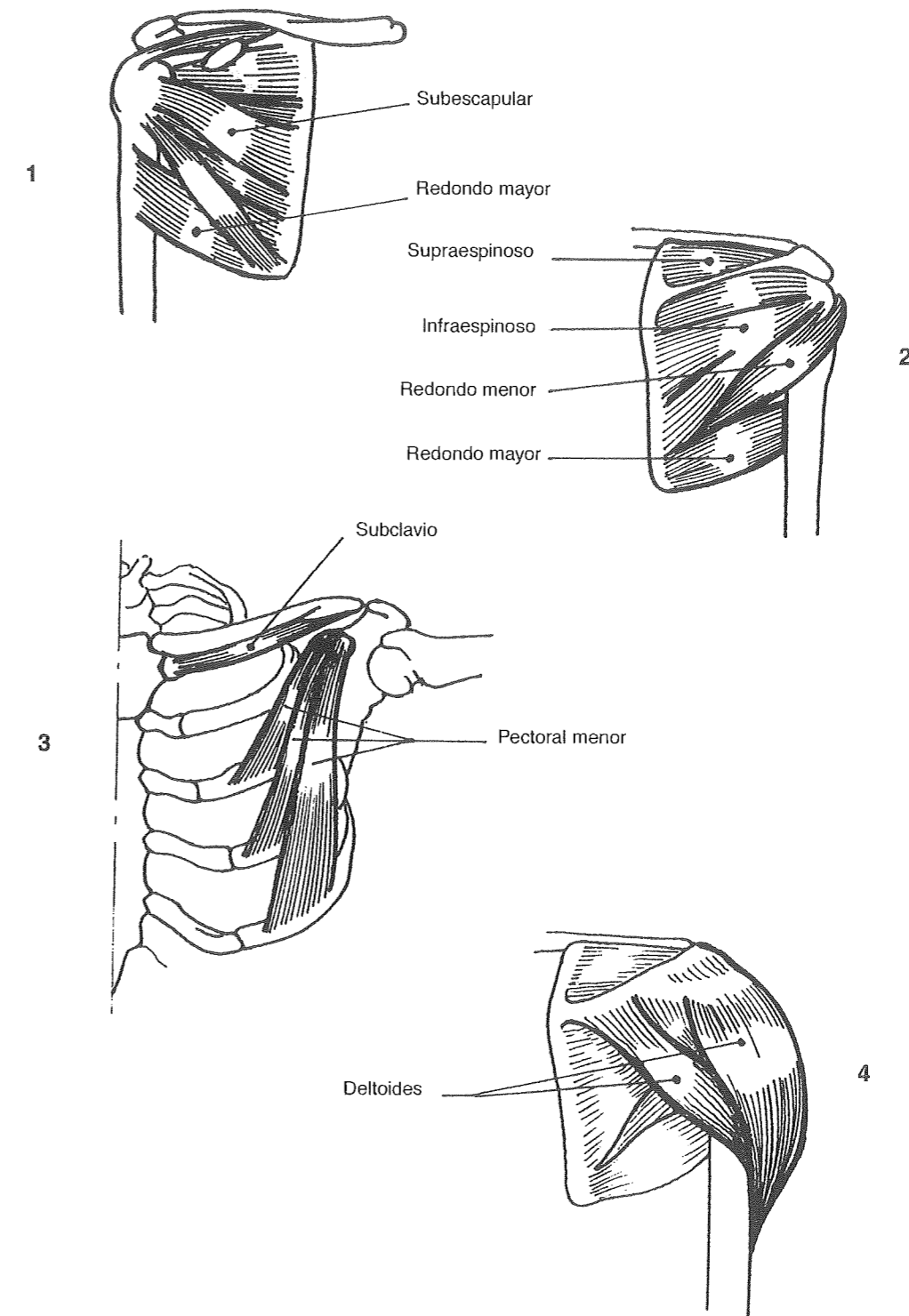
1. Músculos profundos situados en la superficie frontal del omóplato: aunque ocultos entre la escápula y el interior de la caja torácica, pueden observarse sus funciones, puesto que controlan la rotación interior del brazo y acercan el húmero al omóplato. Se trata de los músculos subescapular y redondo mayor.

2. Músculos profundos situados en la superficie posterior del omóplato: el supraespinoso ayuda al deltoides a levantar el brazo lateralmente; los músculos infraespinoso y redondo menor controlan la rotación del brazo hacia el exterior, mientras que la segunda mitad del músculo redondo mayor controla la rotación del brazo hacia el interior.

3. Músculos que mantienen la clavícula y el omóplato hacia abajo: el músculo subclavio une el tercio exterior de la clavícula y el extremo interior de la primera costilla; los pectorales menores están anclados en la escápula, por un lado, y en la tercera, cuarta y quinta costilla, por el otro. Ninguno de estos dos músculos se ejercitan especialmente en la vida cotidiana, puesto que la fuerza de gravedad les evita realizar la mayoría de esfuerzos. Sin embargo, el desarrollo del músculo subclavio se hace aparente en los arqueros a medida que, con el entrenamiento, se reduce el hueco situado debajo de la clavícula, fundiendo paulatinamente la prominencia de ésta con la superficie del pecho.

4. Músculos superficiales visibles en el hombro: deltoides, el músculo más fuerte de la articulación del hombro, es un grupo de siete haces musculares que forman un conjunto triangular. Se originan en los huesos del arco pectoral, en el tercio lateral de la clavícula y en la espina de la escápula, cubriendo la articulación del hombro y uniéndose en su punto de inserción, a media altura entre el hombro y el codo en la cara exterior del húmero.

La contracción de todo el músculo levanta el brazo lateralmente hasta la horizontal a la altura del omóplato; una contracción parcial de su parte frontal o posterior imprime un movimiento del brazo hacia delante o hacia atrás, respectivamente.

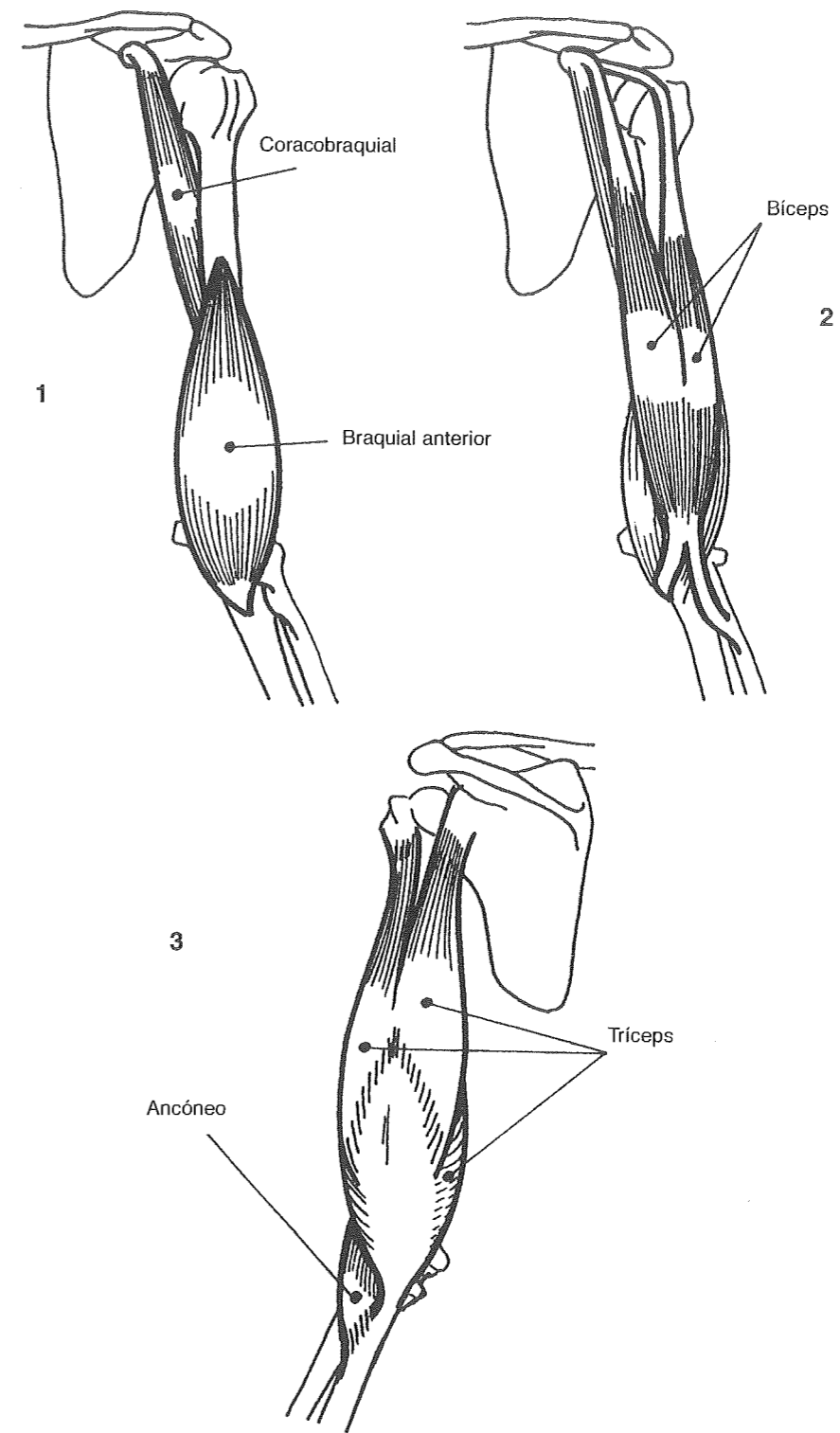


MÚSCULOS DEL BRAZO

1. Vista frontal del hombro y brazo izquierdos mostrando el músculo coracobraquial, que contrarresta la acción del deltoides tirando del húmero hacia la escápula y el músculo braquial anterior, flexionando o doblando el antebrazo sobre el brazo.

2. Vista frontal del brazo y hombro izquierdos mostrando el músculo bíceps con sus dos cabezas y puntos de inserción, uno en el cúbito y otro en el radio del antebrazo. El bíceps tira del antebrazo hacia el brazo, asistido por el músculo braquial anterior cuando el antebrazo debe girar al mismo tiempo.

3. Vista posterior del hombro y brazo izquierdos mostrando el músculo tríceps, que contrarresta la acción del bíceps extendiendo o enderezando el antebrazo, asistido por el músculo ancóneo.



MÚSCULOS DE ESPALDA Y PECHO

Músculos de la espalda

Los cinco grupos de músculos mostrados en la mitad derecha de la figura de la página siguiente están situados en capas profundas y, por lo tanto, un observador o entrenador puede identificar sus acciones, pero no son visibles ni apreciables al tacto.

Son los siguientes: los músculos romboides mayor y menor, tirando del omóplato hacia arriba y hacia el interior, acercándolo a la columna vertebral; el músculo semiespinoso cervical, tirando de la cabeza hacia atrás; el músculo esplenio de la cabeza, a la que proporciona movimientos hacia atrás, laterales y rotativos; el músculo elevador de la escápula, cuya función es levantar el omóplato y, finalmente, el músculo esplenio del cuello, que también genera movimientos de la cabeza hacia atrás, laterales y de giro.

La parte izquierda del dibujo muestra los músculos superficiales, que pueden ser palpados y vistos en acción por un entrenador. Son los siguientes:

El músculo trapecio: cubre la parte posterior del cuello, continúa sobre el hombro y se extiende por la espalda, sobre la zona comprendida entre los omóplatos. Puede realizar tres acciones independientes: echar hacia atrás el arco pectoral con la cabeza y torso inmóviles, levantar los hombros mediante la acción de la parte del cuello y, con la parte inferior, tirar de los omóplatos hacia abajo. Las tres acciones conjuntas desplazan los omóplatos hacia la columna vertebral.

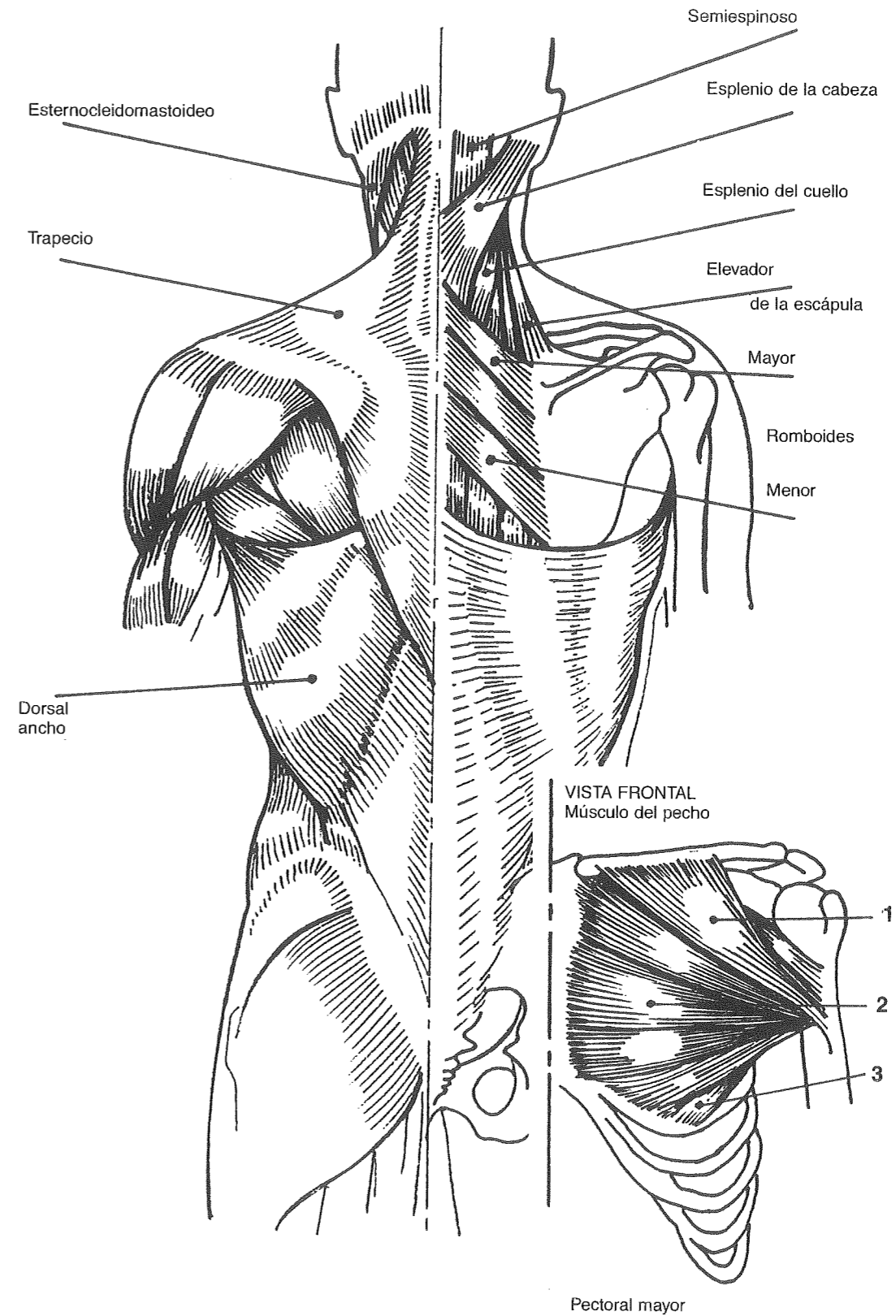
El músculo dorsal ancho: conecta la columna vertebral con la pelvis (hueso de la cadera). Su parte superior cubre la parte baja de las escápulas manteniéndolas comprimidas contra el cuerpo y acaba insertándose en el húmero. Al igual que el trapecio, también tiene tres funciones: tirar del brazo levantado para situarlo al lado del cuerpo, tirar del brazo hacia atrás y girar el húmero hacia el interior.

El músculo esternocleidomastoideo permite el giro lateral del cráneo. Lo veremos con más detalle cuando llegemos al estudio de los movimientos de la cabeza.

Músculo del pecho

El pectoral mayor es un músculo triangular compuesto por tres partes (una menor en el centro y tercio lateral de la clavícula, una parte mayor en el esternón y cartílago de las costillas fijas, y la última sobre la fascia del músculo recto del abdomen). Las tres partes se insertan en el húmero. Su misión es tirar hacia abajo del brazo previamente levantado.

Éste y el dorsal ancho son los únicos músculos que conectan el brazo directamente con la estructura ósea principal del cuerpo.



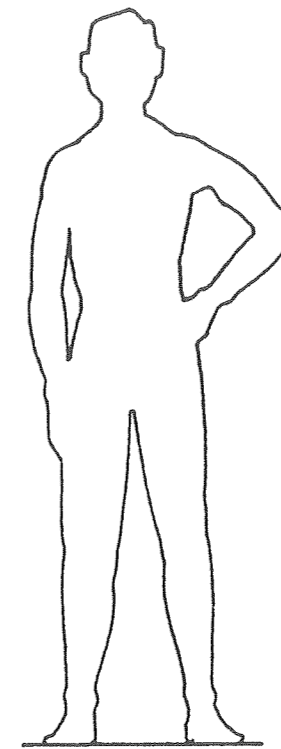
FISIOLOGÍA (BIOTIPOS)

Las figuras de la página siguiente son ejemplos de la clasificación de los biotipos realizada por Sheldon.

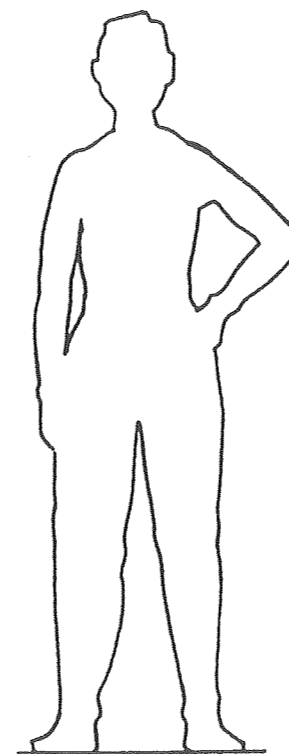
Para lograr resultados de élite, la práctica de muchos deportes se ve favorecida por ciertas características físicas. Por ejemplo, el salto de altura es favorable a los delgados biotipos ectomorfos, el rugby se da mejor a los individuos mesomorfos con musculatura muy desarrollada, mientras que en la natación de grandes distancias destacarán los biotipos endomorfos de piernas potentes.

El tiro con arco puede ser practicado a nivel de élite por atletas cuyas características pertenezcan a cualquier biotipo. Un arquero medio posee características generalizadas y adaptadas a un estilo de vida promedio, incluyendo algunas características físicas endomórficas, mesomórficas y también ectomórficas.

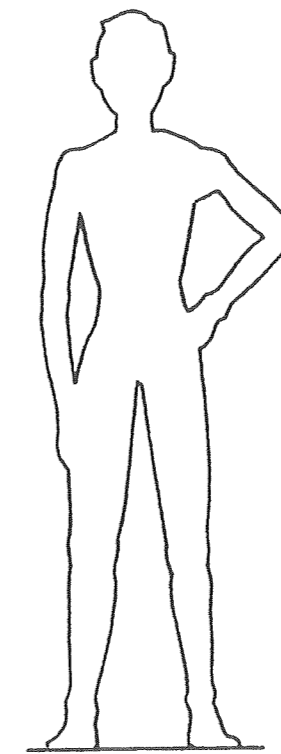
Bajo ese concepto, aunque la enorme variedad de características individuales no vete el desarrollo de una técnica eficaz, si se quiere alcanzar un alto nivel, hay que reconocer que existe tal variedad y es preciso modificar los modelos de entrenamiento para adaptarlos al biotipo particular y exacto de cada arquero.



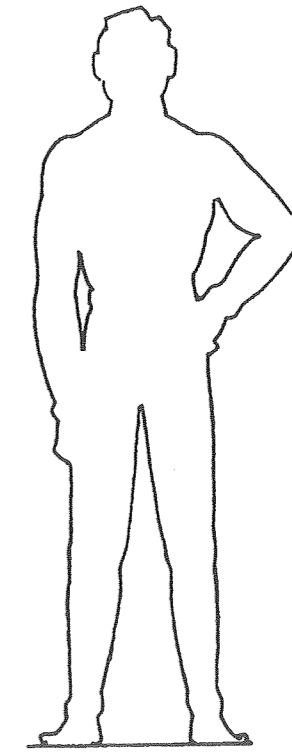
Tipo de cuerpo promedio



Endomorfo



Ectomorfo



Mesomorfo

ESTATURA Y SEXO

El esqueleto y musculatura de niños de ambos sexos son casi idénticos hasta que se acelera su crecimiento en la adolescencia. Para las niñas comienza aproximadamente a la edad de 10-11 años, y empieza a manifestarse en los niños alrededor de los 12-13 años.

Durante ese período de crecimiento rápido, la formación de huesos, articulaciones y tejido muscular puede verse dañada por cargas demasiado importantes y/o por movimientos demasiado repetitivos. Durante la transición de niños a adultos se debe adecuar equilibradamente el entrenamiento y no imponer cargas excesivas a los adolescentes.

Al alcanzar la edad adulta, las diferencias de estructura ósea y de musculatura son sensibles entre hombre y mujer, siendo a la vez absolutas y proporcionales a la estatura. La diferencia media de altura entre sexos es de aproximadamente 7 por 100, independientemente de razas y países de origen; en el Reino Unido, por ejemplo, la altura media del hombre es de 1,778 m, mientras que la de la mujer es de 1,651 m.

La pelvis femenina es proporcionalmente más profunda, ancha, ahuecada y está inclinada hacia delante, provocando que la parte inferior de la espalda sea más cóncava que en el caso del hombre.

Debido a la mayor anchura proporcional de las caderas, los huesos de los muslos de la mujer, en posición de reposo y bipedestación, presentan un mayor ángulo hasta juntarse en las rodillas, modificando las cargas soportadas por las articulaciones de las rodillas con respecto al hombre.

El arco pectoral y la caja torácica masculinos son proporcionalmente más anchos y profundos y las palancas o huesos de brazos y piernas son más largos que los femeninos. Esa diferencia proporcional de palancas impide que el rendimiento de la musculatura femenina vaya más allá del 65 por 100 con respecto al del hombre (medido en ambos casos al 50 por 100 de esfuerzo máximo).

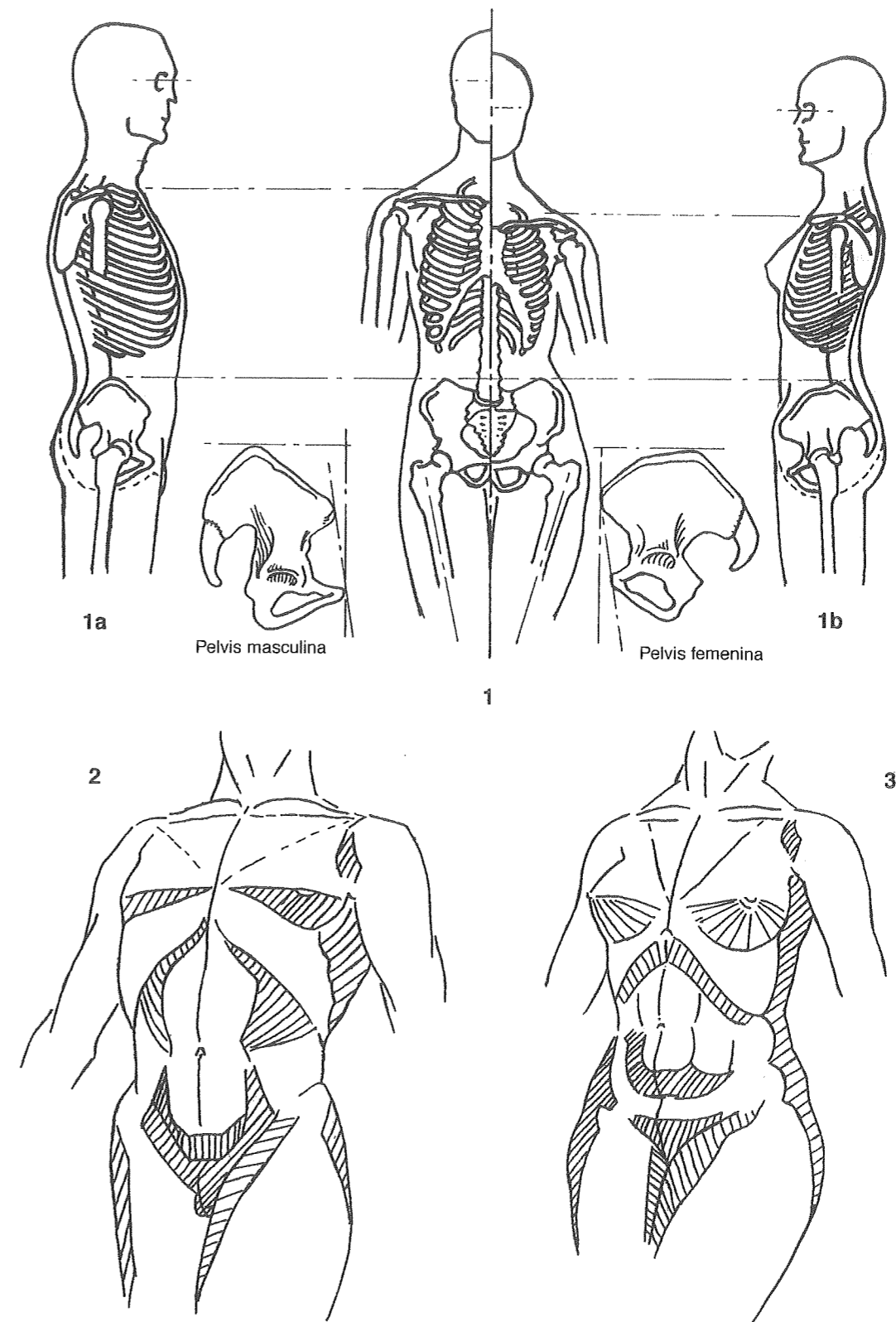
El cuerpo femenino tiene un centro de gravedad más bajo y una cobertura más gruesa de grasa subcutánea que oculta el desarrollo del músculo y suaviza las formas, comparadas con las líneas angulosas y abultadas del cuerpo masculino.

Las mujeres poseen un grado de flexibilidad más alto y una amplitud de movimientos mayor que los del hombre, especialmente durante los períodos de menstruación en que la columna vertebral aumenta su flexibilidad; esos dos factores asociados a los cambios del cinturón pélvico, provocan modificaciones de postura.

En conclusión, aunque otras diferencias como el ritmo cardíaco, captación/transporte de oxígeno y grasa corporal pueden ser muy importantes para el desarrollo de deportes de esfuerzo como correr o gimnasia, en términos de tiro con arco puede tratarse por igual a hombres y mujeres, aplicándoles intensidades de entrenamiento apropiadas a su estructura, estado de esbeltez y grado de aptitud, teniendo muy en cuenta las pocas pero importantes diferencias descritas más arriba.

Figuras 1: muestra la diferencia proporcional entre hombre y mujer, siendo la pelvis el estándar comparativo. **Figura 1a:** proporciones masculinas. En la inserción: pelvis inclinada hacia atrás. **Figura 1b:** proporciones femeninas. En la inserción: pelvis inclinada hacia delante.

Figuras 2 y 3: moldeado de los torsos masculino y femenino, respectivamente.



2. Anatomía del arco

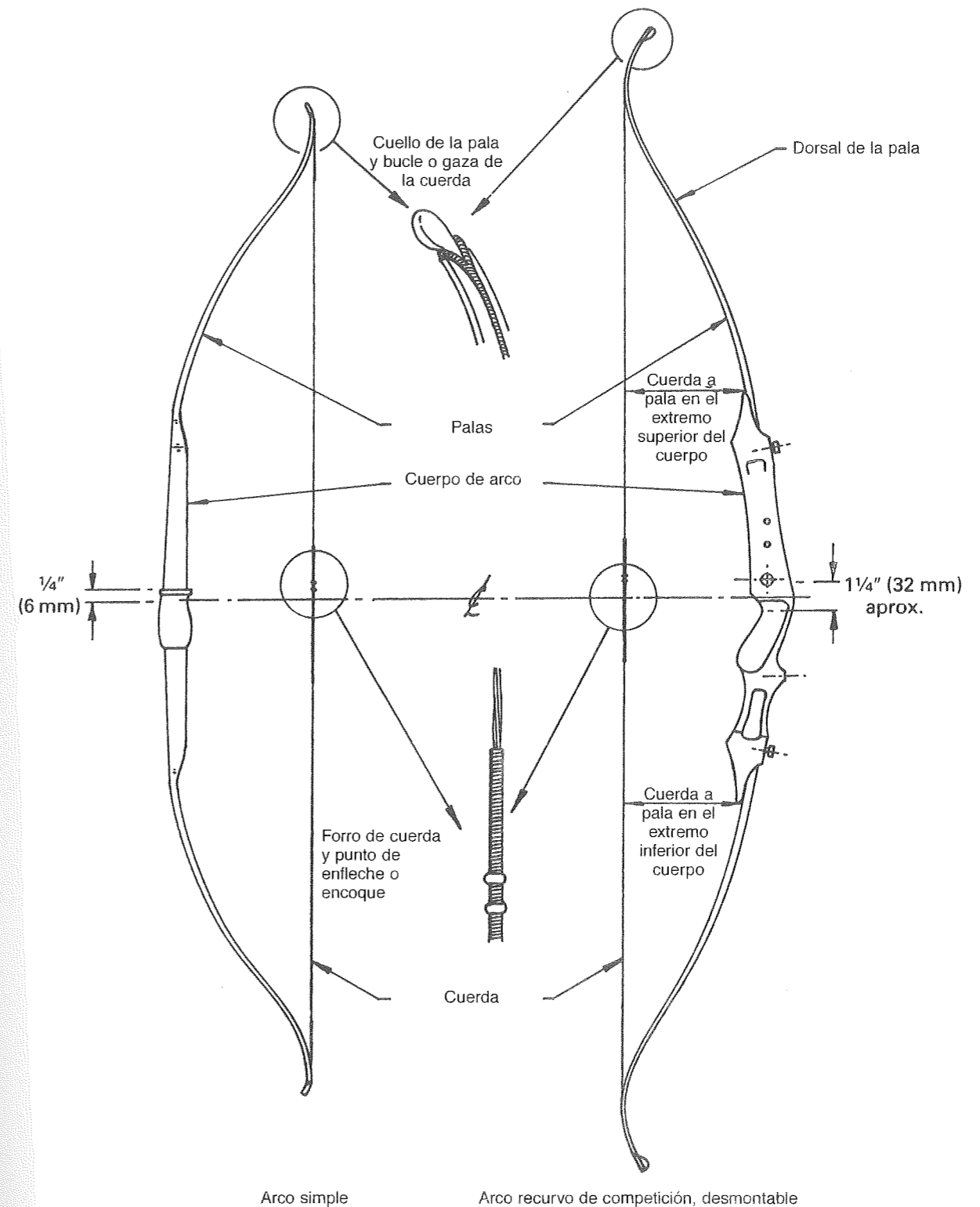
DESCRIPCIÓN GENERAL

Se supone que el lector está familiarizado con la estructura y diseño general de un arco, de modo que sólo vamos a exponer la nomenclatura común de sus partes, antes de considerar las diferencias específicas de construcción y diseño que, frecuentemente, reducen la eficacia o pueden ser causa de modificación de las técnicas de tiro.

El arco simple, de fibra de vidrio en una sola pieza, para iniciación, con un peso que raramente excede los 567 g (1,25 libras) y una longitud máxima de 60 pulgadas (1,524 m), es un modelo básico de construcción robusta, utilizable por diestros y zurdos, teniendo incorporado un reposaflechas/plataforma que se encuentra usualmente a 6 mm (0,25 pulgadas) por encima del punto de apoyo de la empuñadura. Por regla general, la potencia o esfuerzo de apertura es de 30 libras (13,6 kg) para hombres y de 24 libras (11,0 kg) para mujeres. Desprovisto de accesorios delicados o sofisticados, favorece la visualización y localización de errores técnicos. La relación normal de potencia/peso es la siguiente: potencia media de 27 libras (12,25 kg), dividida por el peso físico de 1,25 libras (567 g), aproximadamente igual a 22:1.

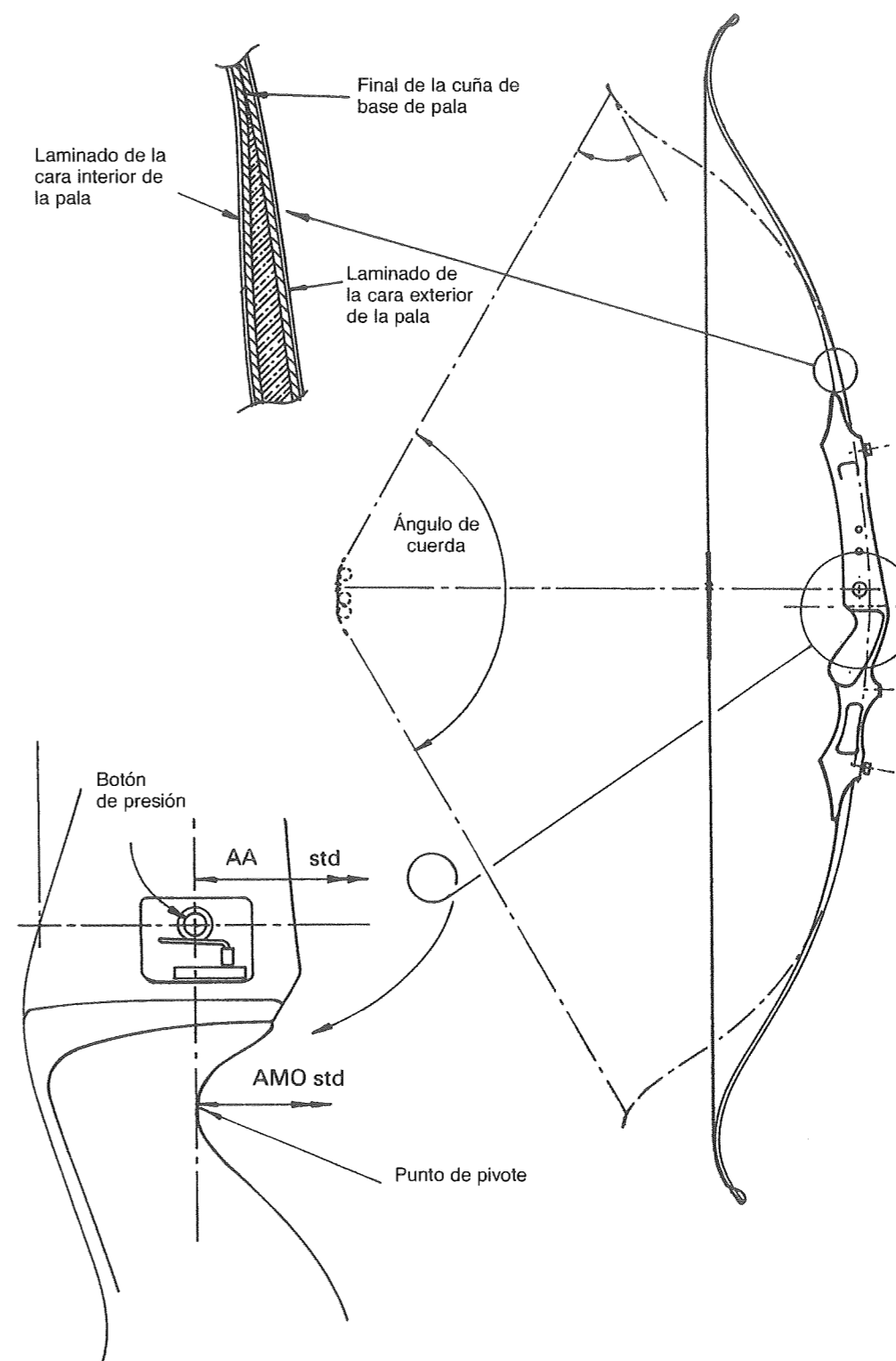
El arco recurvo de competición, desmontable, cuyo peso varía en función de los modelos de cada fabricante, del tipo de visor que se le añada y de la estabilización utilizada, raramente pesa menos de 1,36 kg y, en las líneas de tiro el peso medio alcanza 2,27 kg (5 libras). La longitud y potencia del arco se escogen en función del tipo de cuerpo, estatura y nivel de entrenamiento del arquero. La potencia promedio utilizada por los hombres es de 42 libras (19 kg) y de 34 libras (15,42 kg) por las mujeres, con longitudes de arco comprendidas entre 64 y 72 pulgadas (1,626 y 1,829 m), siendo de 8:1 la relación potencia/peso promedio. La estructura de estos arcos es distinta para diestros y zurdos y el reposaflechas se coloca a aproximadamente 32 mm (1,25 pulgadas) por encima del punto de apoyo de la mano o punto de pivote.

El cuerpo de arco, de madera laminada o de aleación metálica, es el componente más pesado del conjunto y posee varios taladros roscados para la inserción de accesorios destinados a mejorar la eficacia y rendimiento del propio arco y del arquero, pero que al mismo tiempo pueden disimular errores elementales de técnica de tiro y contribuir al desarrollo de otros.



NOMENCLATURA COMÚN DE LOS ARCOS

- Laminados interiores:** Capas de madera, fibra o plástico o carbono utilizados entre la cara trasera o tensa y la cara delantera o compresible de las palas de un arco.
- Punto de fusión:** Punto final de la cuña inserta entre los laminados de las palas, en el extremo utilizado para encajarlas en el cuerpo de arco.
- Ángulo de punta:** Ángulo formado por la cuerda y la cara delantera de la pala, en el punto en que ambas se separan.
- Ángulo de cuerda:** Ángulo interior de la cuerda formado por las dos mitades que se forman debido a la presión de los dedos.
- Longitud de apertura, distancia de cuerda y longitud de flecha:** Estos tres parámetros deben ser medidos a la altura del centro de la perforación del botón de presión (sin ponerlo), sobre la vertical a la línea imaginaria que pasaría por el botón y el punto de pivote (que debiera ser paralela a la cuerda) y originándose en el punto de enfleche.
- Longitudes de flecha:** Toda referencia a la longitud de flecha asume que las de iniciación tienen un margen de seguridad de 5 cm (2 pulgadas) aproximadamente por encima de la longitud de apertura actual del arquero en posición de anclaje, hasta que se establezca esta medida definitivamente en función de su morfología y capacidad de repetición. Cuando llegue ese momento, la flecha correcta deberá tener una longitud superior en 20 mm (3/4 de pulgada) a la de la longitud de apertura.



CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LAS PALAS

Desde la introducción de materiales estables producidos por el hombre, el arco recurvo moderno ha evolucionado más deprisa hasta su forma actual que en cualquier otro momento de la longeva historia del tiro con arco. Como resultado, la mayoría de palas de arco en buenas condiciones de uso son capaces de funcionar con eficacia, sin pérdida de velocidad ni potencia debido a estancias prolongadas bajo condiciones climáticas adversas.

Todas las palas actuales, independientemente del número real de capas laminadas utilizadas en la construcción, pueden considerarse compuestas por tres capas mecánicas:

1. La dorsal o capa que soporta tensiones de elongación.
2. La interior o capa de compensación de tensiones, que separa las dos capas exteriores e impide que se deslicen la una con respecto a la otra.
3. La frontal o capa que soporta tensiones de compresión.

Las Figuras 1, 2 y 3 muestran cómo se crean las tensiones.

Figura 1: tres tiras de materiales adecuados y de tamaño idéntico están juntas y fuertemente sujetas por uno de sus extremos con una mordaza mecánica.

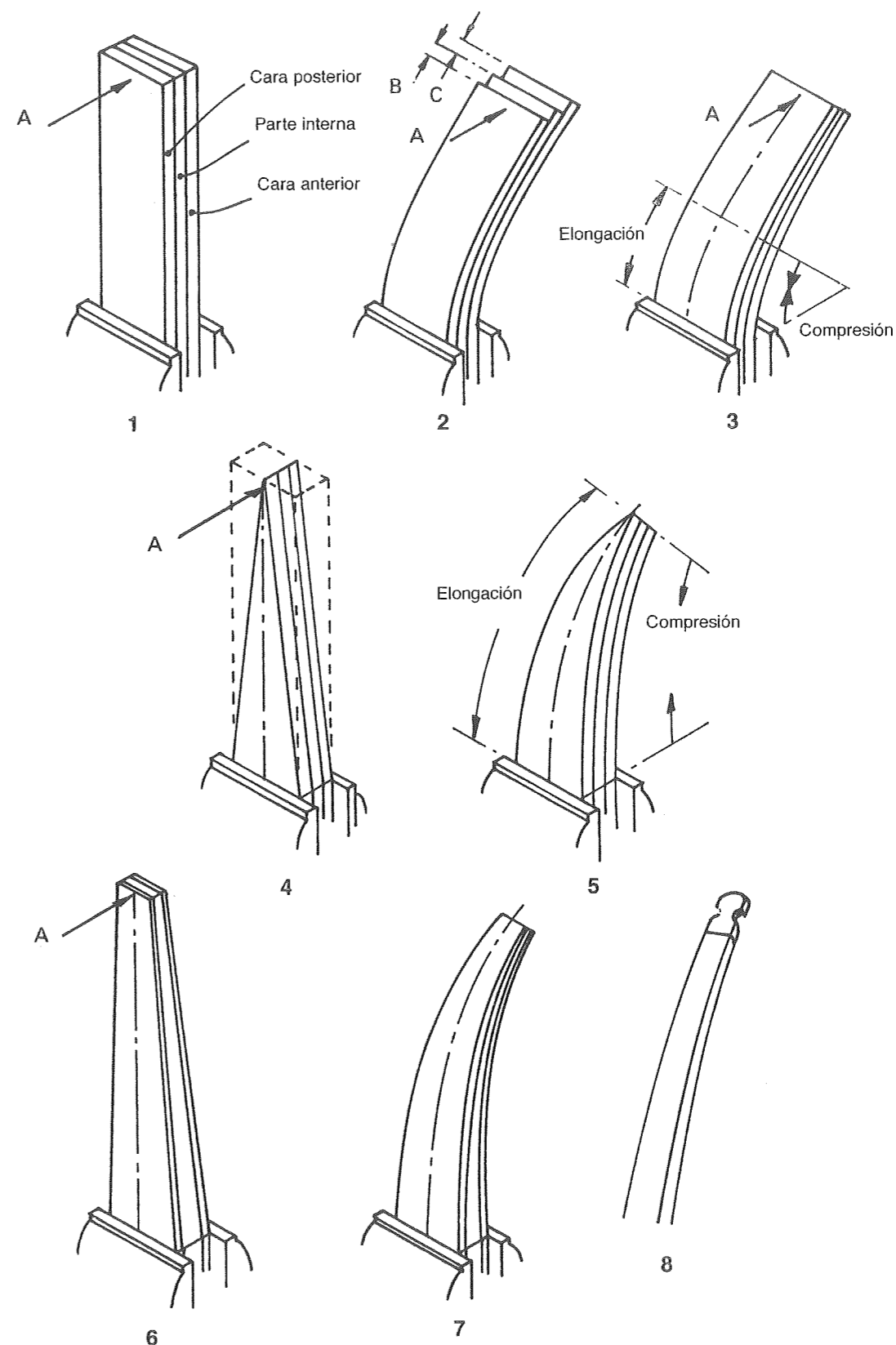
Figura 2: al aplicar una fuerza A sobre los extremos libres, se produce una curvatura de las tres capas, que se deslizan una sobre otra y provocan los bordes escalonados B y C.

Figura 3: las mismas tres tiras anteriores son colocadas a llano, encoladas entre ellas, colocadas de nuevo en la mordaza y dobladas con la misma fuerza aplicada en la figura anterior. Esta vez las tiras no pueden resbalar una sobre otra y no se forman peldaños en el extremo libre. La tira de la parte exterior de la curva se ha alargado soportando una tensión de elongación, mientras que la tira de la parte interior se ha acortado, soportando una tensión de compresión. La tira interior ha conservado su longitud original, luchando contra la acción de las otras dos y creando una tensión de compensación. Al cesar la fuerza A, cada capa intenta recuperar su estado original y se produce un salto de regreso a la posición inicial.

Estando dobladas las tiras, se puede observar que la curva es más pronunciada o que existe una tensión mayor en la zona cercana a la mordaza mecánica; la composición anterior es menos efectiva que la mostrada en las Figuras 4 y 5, en las que una pala laminada ha sido recortada estrechándola progresivamente hacia la parte libre en un solo plano; al reducir su masa y anchura paulatinamente, la curva y distribución de tensiones son más uniformes y permite, además, que la recuperación sea más rápida.

Figuras 6 y 7: presentan un montaje en el que se han reducido la anchura y el grosor, produciendo una pala con distribución uniforme de tensiones, mayor resistencia a las torsiones laterales y con material suficiente para tornearse el cuello de pala que alojará la gaza de la cuerda.

Figura 8: a título comparativo, muestra una pala de construcción simple.



PALAS. DISTRIBUCIÓN DE TENSIONES Y EQUILIBRIO DINÁMICO

Distribución de tensiones

La intensidad y desarrollo de tensiones en las dos palas del arco deberá ser uniforme a lo largo de ambas durante todo el ciclo operativo. De no serlo, las tensiones se desarrollan con menor eficacia a nivel de los encajes en el cuerpo, fluyendo hacia las puntas o viceversa.

Lo que no es permisible es que una pala produzca tensiones a partir del encaje y que la otra lo haga a partir de la punta. Si no se consigue una distribución simétrica de tensiones simultáneamente en ambas palas, no existirá sincronización de movimiento, sino una inestabilidad que producirá tiros inconsistentes, reduciendo la eficacia del arquero.

Equilibrio dinámico

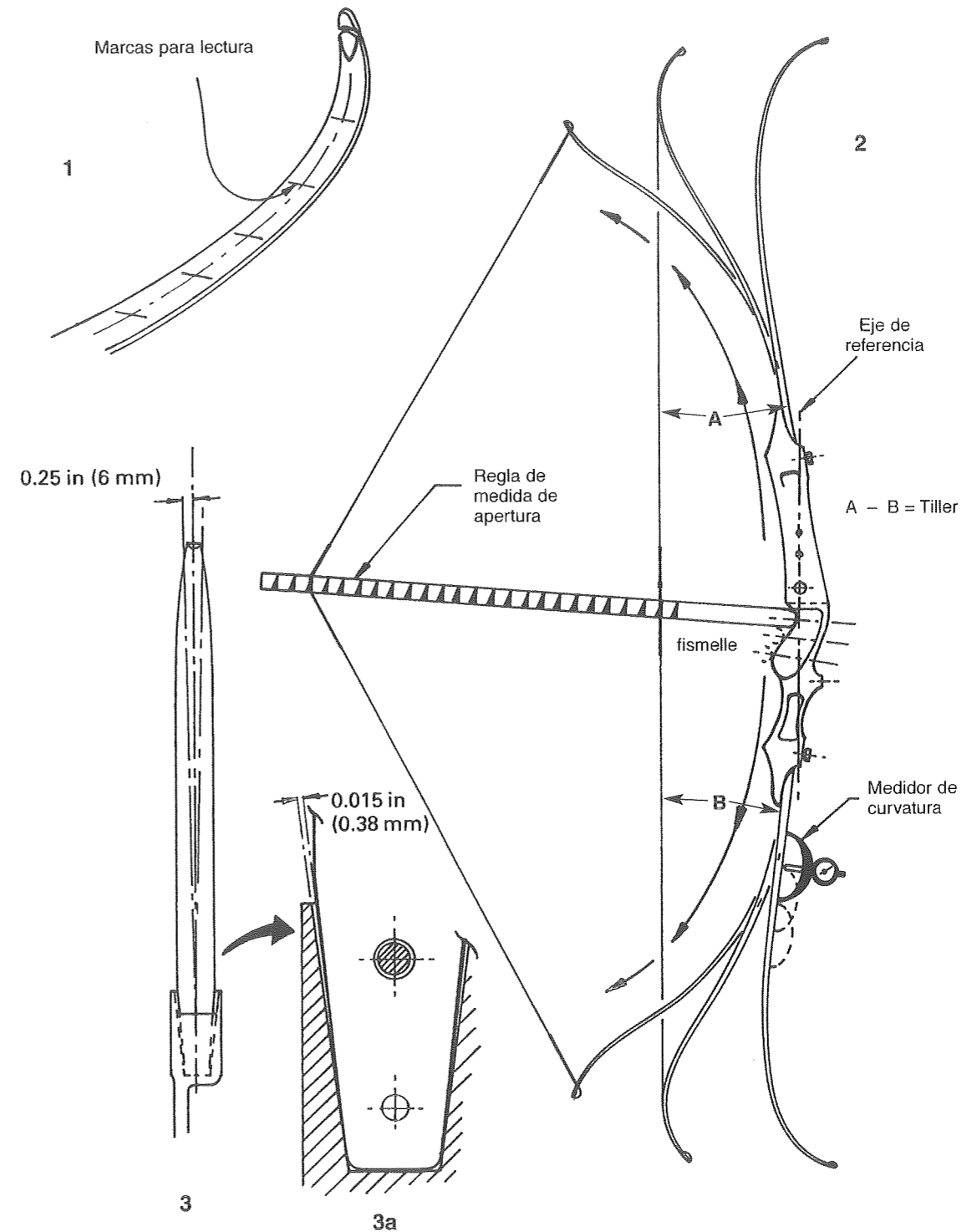
Dado que la mano de arco aplica una fuerza por debajo del centro geométrico del mismo, la pala inferior está sometida a una presión mayor que la superior y, por consiguiente, se fabrica con una rigidez proporcionalmente mayor para evitar que en el momento de soltar el arco vibre con mayor rapidez en su parte inferior y pierda la sincronización de movimientos. El equilibrio dinámico correcto requiere que la distancia de cuerda a pala en el extremo superior del cuerpo sea mayor que en el extremo inferior (ver las primeras figuras de este capítulo).

La sola observación visual sólo puede detectar discrepancias evidentes o rotura de palas inminentes. Un análisis detallado de las mismas requiere que ambas sean comprobadas con un dispositivo llamado "medidor de curvatura" o "medidor de círculo" en puntos predeterminados y sucesivos, marcados a las mismas distancias en la parte trasera de ambas palas (ver **Figura 1** de las ilustraciones de la página siguiente). El primer conjunto de lecturas se hace y se anota con las palas en reposo (sin la cuerda), el segundo con el arco montado y el tercer conjunto se lee con el arco abierto a la apertura utilizada por su propietario (ver las figuras del segundo apartado del capítulo 3, "Medidas de la distribución de tensiones").

Para mantener el arco abierto a una apertura determinada, se utiliza una regla de medida de apertura (barra o regla provista de muescas a distancias determinadas), apoyada sobre el reposaflechas. Esta regla determina la apertura que tiene el arquero poniéndola en el punto de enfleche y tensando el arco a la máxima apertura, como se muestra en la **Figura 2** de la página siguiente.

Seguridad de los encajes de palas en los arcos desmontables

Las técnicas de producción masiva están basadas en la tolerancia de dimensiones, a fin de eliminar los ajustes individuales de componentes que encajen entre sí. Por consiguiente, las palas suministradas de modo aleatorio con los arcos desmontables es posible que no coincidan exactamente con las dimensiones de los cajetines del cuerpo y presenten una holgura lateral en los encajes. Aunque el movimiento que presenten sea tan sólo de 0,38 mm (0,015 pulgadas) en la base, el desvío proporcional en la punta de las palas sería de algo más de 6 mm (0,25 pulgadas) que, acumulado a las dos palas, se traduciría por una desalineación de casi 13 mm (0,5 pulgadas) y, a menos que se corrija ese defecto, el arco resultaría inajustable (ver **Figuras 3** y **3a** de la página siguiente).



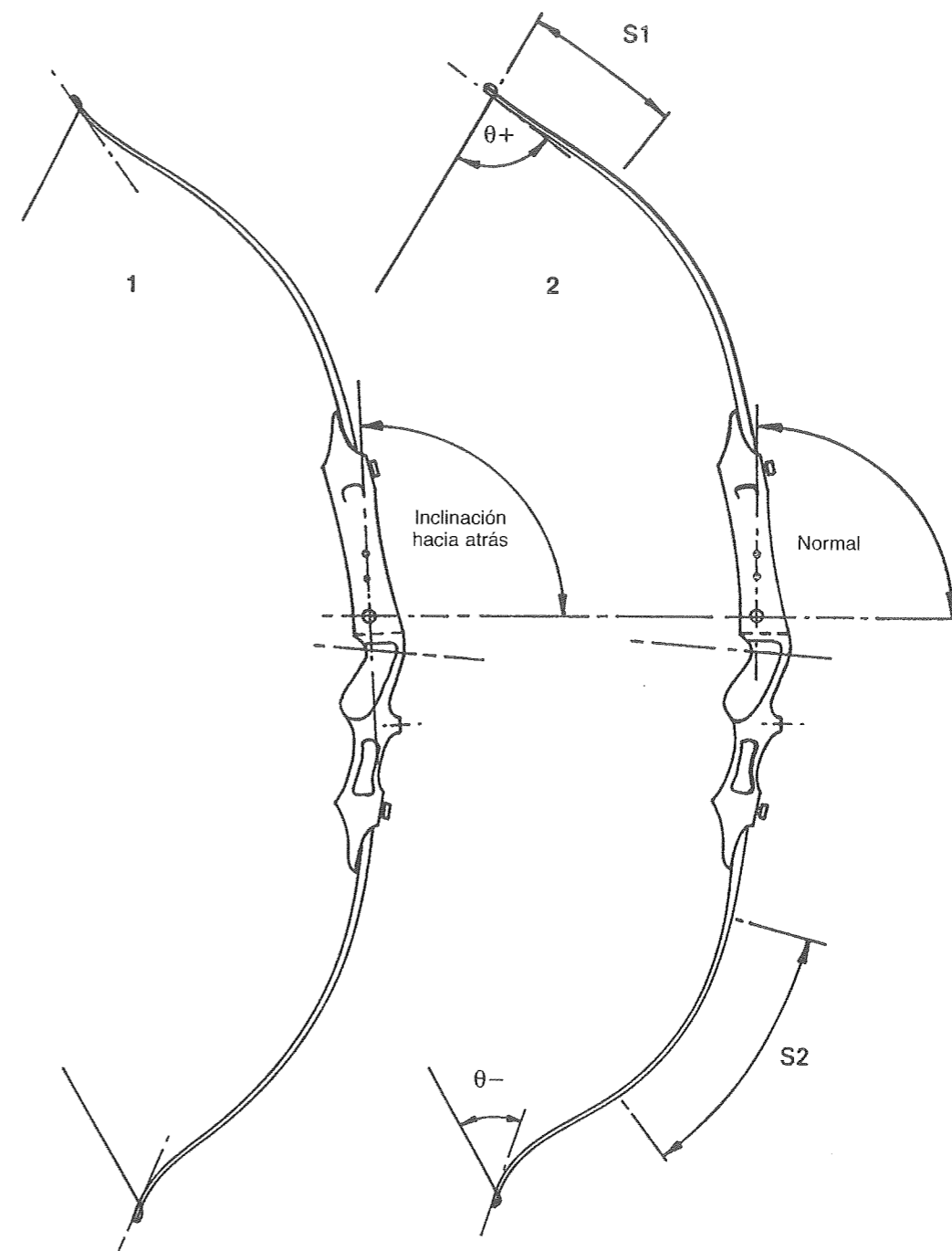
3. Análisis de la anatomía del arco

DEFICIENCIAS EN LA DISTRIBUCIÓN DE TENSIONES Y DEL EQUILIBRIO DINÁMICO

Figura 1: muestra un arco tensado en el que ambas palas tienen un perfil de apertura similar y, por lo tanto, puede suponerse que la distribución de tensiones también lo es, pero, en cambio, el eje de referencia del cuerpo está inclinado hacia atrás respecto a la vertical. Aunque no sea habitual, ocurre cuando la pala superior es más rígida que la inferior en relación con el punto al que se aplica la presión en la empuñadura. La causa puede ser un ensamblaje de palas invertido debido a un error de apareamiento de las mismas a nivel del fabricante, del detallista o, también, por un ajuste inadecuado del *tiller*, si se trata de un arco que lo permita.

La indicación más evidente en ese caso es comprobar, con el arco montado pero sin tensar, que las medidas de cuerda a pala en ambos extremos del cuerpo están invertidas. En la práctica, un arco en esas condiciones provocará que el arquero baje la posición de la muñeca y aplique la presión por encima del punto de pivote en la empuñadura; el error procede del arco.

Figura 2: muestra un estado del arco que sólo puede ser observado cuando está tensado, sea manualmente o utilizando una barra de apertura. En este caso, el cuerpo mantiene una posición normal y las dos puntas de las palas se mueven al unísono, pero con tensiones asimétricas. La curvatura del extremo de la pala superior se ha enderezado totalmente, mientras que la pala inferior permanece curvada, dando un ángulo de punta menor (θ^-) que el presentado por la pala superior (θ^+). La tensión de la pala superior se ha acumulado cerca de la punta (zona S1), mientras que en la pala inferior es más dispersa y cercana a la base de la pala (zona S2). En el momento de soltar, la acción dinámica de las palas no estará equilibrada, ya que las masas distintas de las palas se acelerarán al mismo tiempo pero a ritmo distinto, provocando oscilaciones y pérdida de sincronización.



MEDIDAS DE LA DISTRIBUCIÓN DE TENSIONES

Las figuras de la página adjunta muestran ejemplos reales de lecturas realizadas con un medidor de curvatura, en un modelo de arco desmontable existente en el mercado actualmente:

Figura 1: lecturas con el arco abierto a posición de anclaje mediante un tiller apoyado en el punto P.

Figura 2: lecturas con el arco montado, sin tensar, incluyendo las medidas de cuerda a pala en ambos extremos del cuerpo de arco.

Figura 3: lecturas con las palas en reposo, sin cuerda.

Observando las lecturas en sentido inverso al expuesto, la similitud de valores en las palas superior e inferior de la **Figura 3** muestra que ambas han sido prensadas con el mismo molde o con moldes idénticos, puesto que las curvas varían un máximo de 0,025 mm (0,001 pulgadas) que, en situación de reposo, tiene muy poca importancia.

En la **Figura 2** se mantiene la simetría entre pala superior e inferior, lo que es excelente, pero es la diferencia entre las lecturas de cada marca en las Figuras 2 y 3 lo que indica la uniformidad del desarrollo de tensiones.

En la **Figura 1** continúa manteniéndose la simetría, con una variación máxima de 0,025 mm (0,001 pulgadas), pero de nuevo lo importante es la comparación con las lecturas de la **Figura 2** en las mismas marcas.

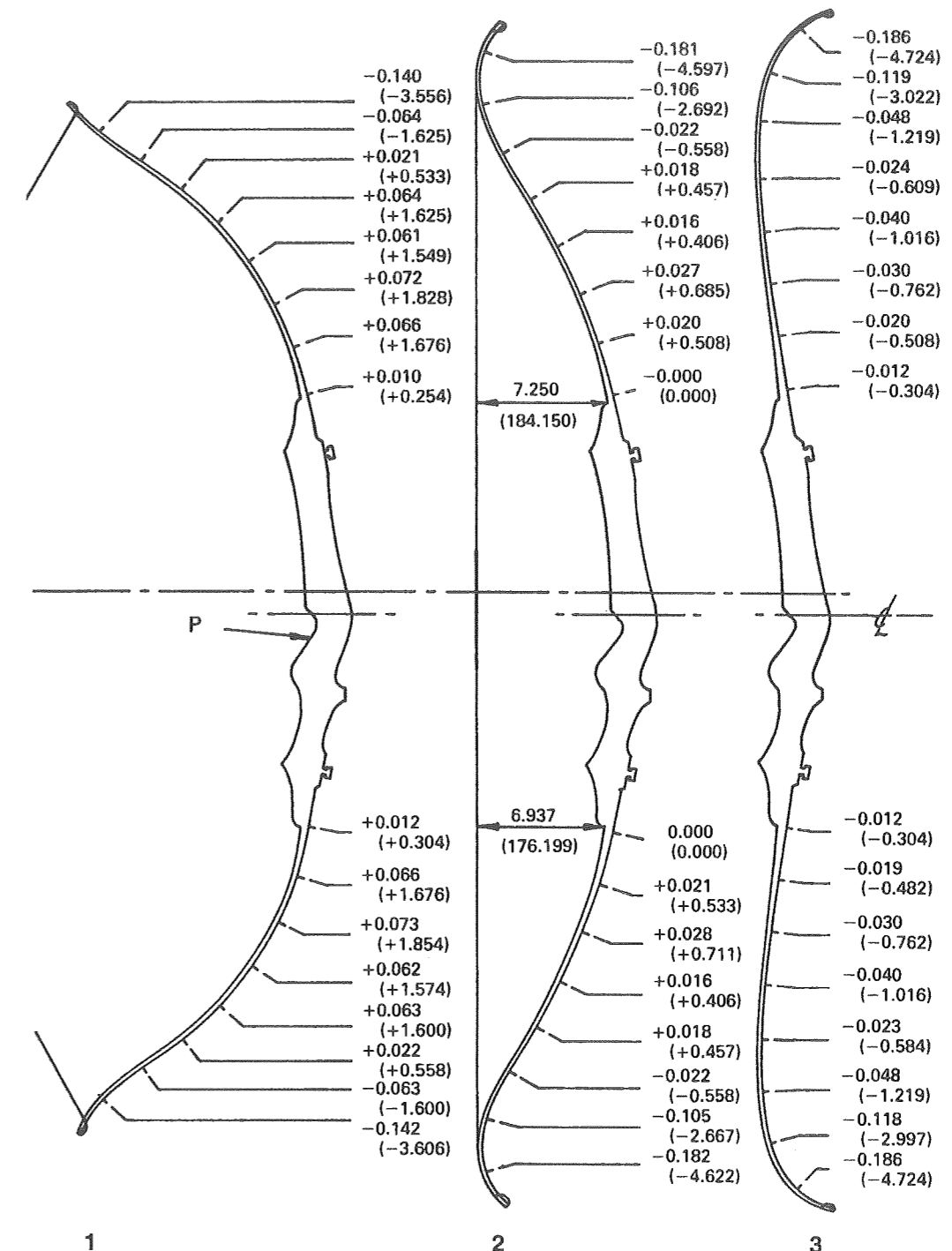
Las lecturas del medidor de curvatura comportan un signo más (+) para superficies convexas y un signo menos (-) para las cóncavas, las llanas dando una lectura "0" (cero) en el medidor, que se calibró para dar incrementos de 0,025 mm (0,001 pulgadas). Las marcas en las palas (realizadas con la misma plantilla) están numeradas a partir del cuerpo hacia el exterior, de modo que en la siguiente "Tabla de diferencias" los valores T1, T2, etc., corresponden a las lecturas una y dos de la pala superior más cercanas al cuerpo, mientras que los dados como B1, B2 son los valores similares de la pala inferior.

Tabla de diferencias (medidas métricas entre paréntesis)

Marca	Fig. 3	Dif.	Fig. 2	Dif.	Fig. 1	Marca	Fig. 3	Dif.	Fig. 2	Dif.	Fig. 1
T1	-0.012	+0.012	0.000	+0.010	+0.010	B1	-0.012	+0.012	0.000	+0.012	+0.012
	(-0.304)	(+0.304)	(0.000)	(+0.254)	(+0.254)		(-0.304)	(+0.304)	(0.000)	(+0.304)	(+0.304)
T2	-0.020	+0.040	0.020	+0.046	+0.066	B2	-0.019	+0.040	0.021	+0.045	+0.066
	(-0.508)	(+1.016)	(0.508)	(+1.168)	(+1.676)		(-0.482)	(+1.016)	(+0.533)	(+1.143)	(+1.676)
T3	-0.030	+0.057	+0.027	+0.045	+0.072	B3	-0.030	+0.058	+0.028	+0.045	+0.073
	(-0.762)	(+1.447)	(0.685)	(+1.143)	(+1.828)		(-0.762)	(+1.473)	(0.711)	(+1.143)	(+1.854)
T4	-0.040	+0.056	+0.016	+0.045	+0.061	B4	-0.040	+0.056	+0.016	+0.046*	+0.062
	(-1.016)	(+1.422)	(+0.406)	(+1.143)	(+1.549)		(-1.016)	(+1.422)	(+0.406)	(+1.168)	(+1.574)
T5	-0.024	+0.042	+0.018	+0.046*	+0.064	B5	-0.023	+0.041	+0.018	+0.045	+0.063
	(-0.609)	(+1.066)	(+0.457)	(+1.168)	(+1.625)		(-0.584)	(+1.041)	(+0.457)	(+1.143)	(+1.600)
T6	-0.048	+0.026	-0.022	+0.043	+0.021	B6	-0.048	+0.026	+0.022	+0.044	+0.022
	(-1.219)	(+1.660)	(-0.558)	(+1.092)	(+0.533)		(-1.219)	(+0.660)	(-0.558)	(+1.117)	(+0.558)
T7	-0.119	+0.013	-0.106	+0.042	-0.064	B7	-0.118	+0.013	-0.105	+0.042	-0.063
	(-3.022)	(+0.330)	(-2.692)	(+1.066)	(-1.625)		(-2.997)	(+0.330)	(-2.667)	(+1.066)	(-1.600)
T8	-0.186	+0.005	-0.181	+0.041	-0.140	B8	-0.186	+0.004	-0.182	+0.040	-0.142
	(-4.724)	(+0.127)	(+4.597)	(+1.041)	(+3.556)		(-4.724)	(+0.101)	(-4.622)	(+1.016)	(-3.606)

Las lecturas de rigidez en los puntos **T1** y **B1** son las normales a una altura influenciada por la cuña de separación de láminas; sería preocupante que una de ellas presentara una diferencia significativa.

Existe una ligera debilidad en los puntos **T5*** y **B4***, pero la diferencia de tan sólo 0,025 mm (0,001 pulgadas) podría atribuirse al propio medidor, calibrado precisamente para mostrar



como mínimo esos incrementos y, por lo tanto, puede considerarse insignificante. Sólo valores diferenciales de 0,076 mm (0,003 pulgadas) o mayores podrían ser preocupantes.

Se podría mejorar la zona curvada de las puntas, puesto que los valores de **T7**, **T8**, **B7** y **B8** desvelan cierta rigidez en esa zona, pero la mejora que pudiera producirse en la velocidad de recuperación sólo sería detectada por un arquero de muy alto nivel.

GRÁFICA FUERZA/APERTURA

La cantidad de energía potencial almacenada en un arco abierto a longitud de anclaje se determina con facilidad dibujando una gráfica con el esfuerzo, potencia o peso de apertura expresado en libras (ordenadas) y la longitud de apertura expresada en pulgadas (abscisas), en el que cada cuadro de la cuadrícula del papel de gráfica represente una libra/pulgada de energía (ver gráfica de página siguiente).

El área comprendida entre la curva y las coordenadas cartesianas representa la energía almacenada expresada en libras/pulgadas, que dividida por 12 la expresa en libras/pies.

Para obtener una valoración del rendimiento, se dividen las libras/pies por la potencia a distancia de apertura: un resultado de 0,90 o mayor denota que el trabajo del arco es excelente. Multiplicando por 100 la cifra obtenida se obtiene el porcentaje de rendimiento del arco.

En algunos arcos la potencia en algún o algunos puntos concretos se desproporciona con respecto a la longitud de apertura. Se trata de un efecto indeseable conocido como *stack* (apilado) y se puede comprobar en la gráfica trazando una línea recta desde el punto que expresa la apertura sin tensar en abscisas, hasta cortar la curva en el punto correspondiente a la apertura deseada; cualquier parte de la curva que quede por debajo de esa línea indica que el arco presenta algún tipo de *stack*. Una curva que siga la línea sin cortarla hacia abajo, tendrá un *stack* cero, mientras que la curva que permanezca siempre por encima denotará que es buena en la medida en que se separe de la línea recta.

Puede obtenerse otra indicación de *stack* localizando en la gráfica la potencia correspondiente al punto medio entre el punto de apertura sin tensar y el de longitud de anclaje y dividiéndola por la potencia en el punto de anclaje. Una cifra superior a 0,55 indica que se trata de un buen arco, aumentando la calidad en la medida en que el valor resultante sea mayor.

En la gráfica, el arco ha sido abierto y pesado a una pulgada por encima de la longitud de anclaje deseada de 29 pulgadas, para intentar averiguar cuándo se presenta el *stack*. Como puede verse, utilizado con una apertura de 29 pulgadas en anclaje, el arco no muestra *stack* e, incluso a 29,5 pulgadas sólo presenta un *stack* cero. No obstante, si se utiliza con una apertura de 30 pulgadas, la nueva línea de *stack* indicaría que el efecto se presenta durante las tres últimas pulgadas del recorrido, justo en el punto más indeseable para el rendimiento anatómico del arquero.

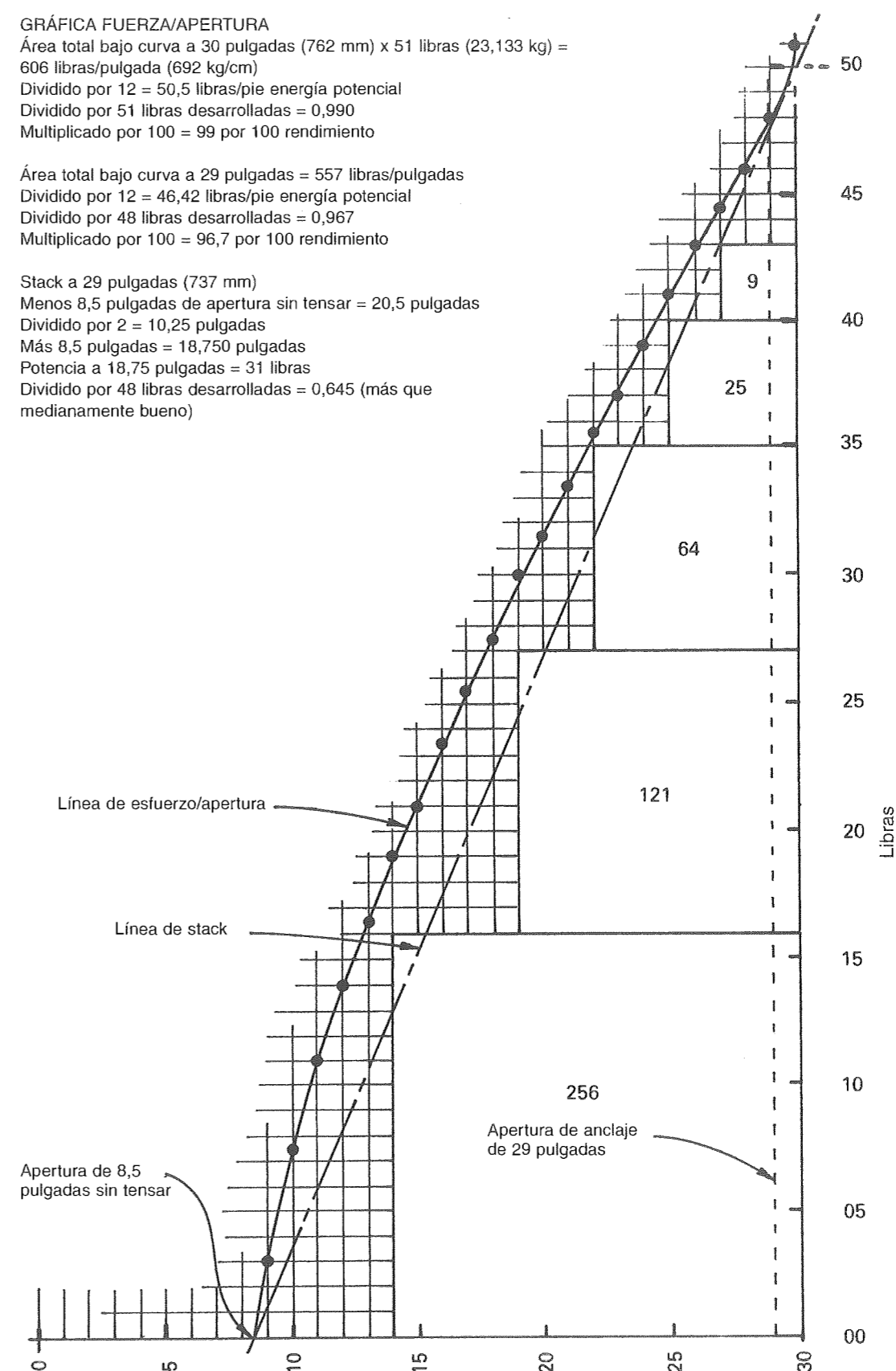
Tal como está, el arco utilizado para este texto es ideal para un arquero con una apertura estable de 29 a 29,5 pulgadas a punto de anclaje, no sólo porque no presente *stack* hasta esa medida, sino también porque alcanza su rendimiento máximo.

GRÁFICA FUERZA/APERTURA

Área total bajo curva a 30 pulgadas (762 mm) x 51 libras (23,133 kg) = 606 libras/pulgada (692 kg/cm)
 Dividido por 12 = 50,5 libras/pie energía potencial
 Dividido por 51 libras desarrolladas = 0,990
 Multiplicado por 100 = 99 por 100 rendimiento

Área total bajo curva a 29 pulgadas = 557 libras/pulgadas
 Dividido por 12 = 46,42 libras/pie energía potencial
 Dividido por 48 libras desarrolladas = 0,967
 Multiplicado por 100 = 96,7 por 100 rendimiento

Stack a 29 pulgadas (737 mm)
 Menos 8,5 pulgadas de apertura sin tensar = 20,5 pulgadas
 Dividido por 2 = 10,25 pulgadas
 Más 8,5 pulgadas = 18,75 pulgadas
 Potencia a 18,75 pulgadas = 31 libras
 Dividido por 48 libras desarrolladas = 0,645 (más que medianamente bueno)



LÍNEA DE ESFUERZO DE APERTURA

DFL (iniciales de *Draw Force Line*) o eje de tiro, es la línea de esfuerzo de apertura existente entre dos puntos extremos de aplicación, perfectamente recta si se observa desde cualquier punto, menos coincidiendo con su eje. Los extremos de aplicación son el punto de la empuñadura en que la mano de arco retiene intencionadamente el movimiento del mismo y la articulación del codo correspondiente a la mano de cuerda, como se muestra en la **Figura 1**.

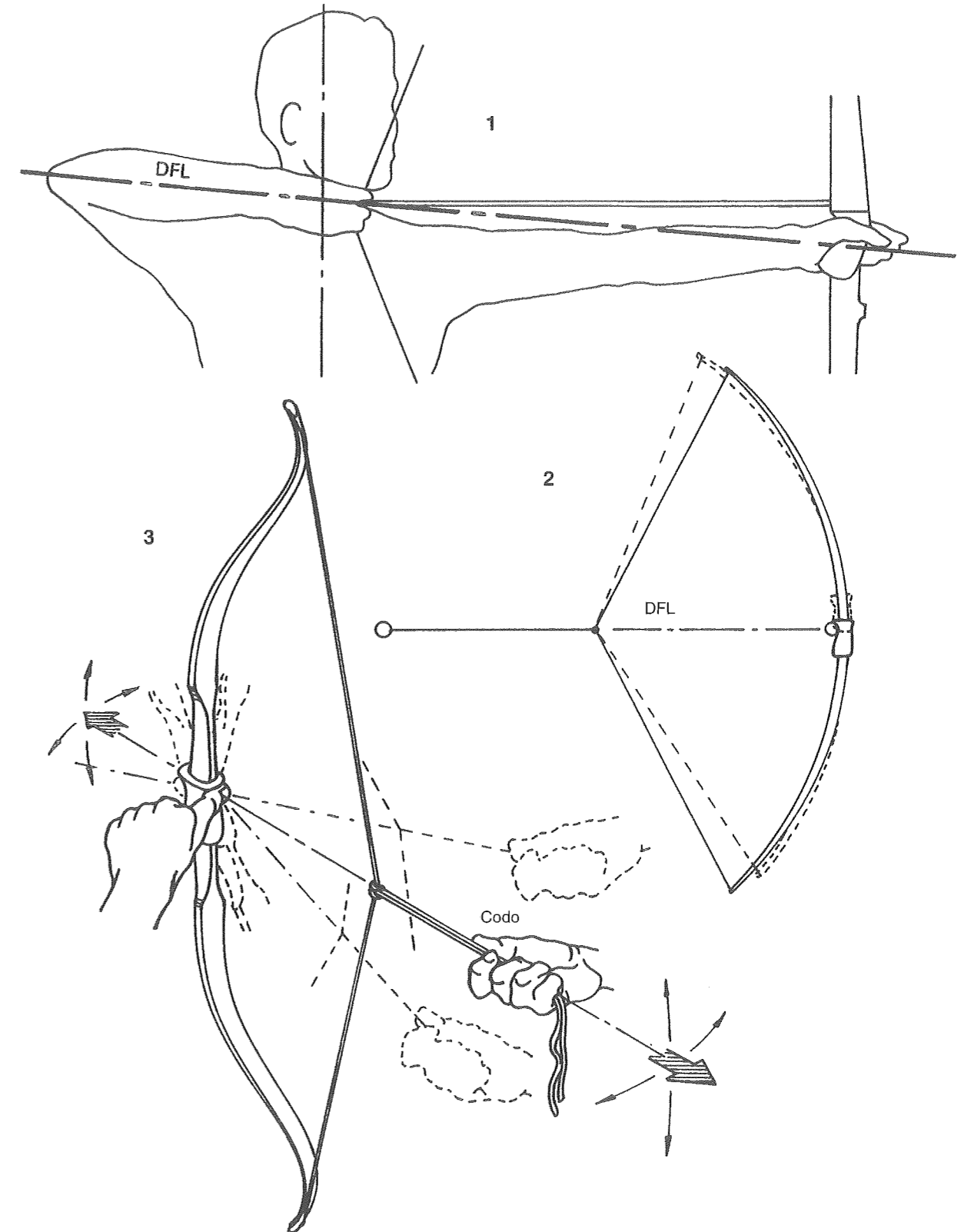
Para mantener coherencia y continuidad en los sucesivos ciclos de tiro, la línea de esfuerzo debe pasar siempre por los mismos puntos de la muñeca/dedos de la mano de cuerda, en relación con el culatín y reposaflechas y la posición cabeza/ojo dictada por la anatomía y morfología del arquero.

Al abrir un arco, el antebrazo de la mano de cuerda debe estar relajado, exceptuando los músculos flexores que controlan los dedos, y no ofrecer más resistencia que la tensores, pudiendo compararse a una cadena o cuerda que tirase de la cuerda, como en la **Figura 2**.

Cualquier cambio en la posición vertical de la presión ejercida por la mano de arco continuará creando una línea DFL recta, pero se modificará la respuesta y rendimiento del arco (como también ilustra la **Figura 2**).

En la **Figura 3**, el pulgar apoyado en la empuñadura representa el punto de retención libre, mientras que la mano que tira de la cuerda por el punto de enfleche representa el codo correspondiente a la mano de cuerda. Puede verse y demostrarse que todo movimiento lateral o vertical de ese codo produce un movimiento en el arco alrededor de su eje vertical o inclinándose hacia arriba o abajo (mostrado en líneas discontinuas). De modo parecido, torciendo la cuerda como lo haría la mano de cuerda con la palma hacia abajo, provocará que el arco gire alrededor del eje de tiro y pierda la verticalidad. Esos movimientos del arco, en seguimiento de los efectuados por el codo de la mano de cuerda, pueden demostrarse fácilmente tirando de la cuerda mencionada más arriba, como se ilustra en la figura de la página siguiente.

Observando a un arquero con el arco abierto a posición de anclaje, para comprobar sus posibles irregularidades, la línea DFL debe ser una de las verificaciones básicas. En los casos en que esté rota en su plano horizontal o vertical por una posición inadecuada de la muñeca, se comprueba fácilmente. No obstante, pueden presentarse situaciones más sutiles en que la vestimenta o la morfología del brazo correspondiente a la mano de cuerda induzcan a error, y es bueno observar siempre en posición de anclaje con la flecha puesta, a cierta distancia y lateralmente, la alineación de la supuesta línea DFL con la flecha, así como la observación desde atrás de la alineación del brazo/mano de cuerda, cuerda y arco con la diana, que dará una indicación de la verticalidad del conjunto con respecto al plano de tiro.



PRESIONES DE LA MANO QUE AFECTAN AL EQUILIBRIO DINÁMICO DE LAS PALAS

El arquero de la **Figura 1** desarrolla siempre una línea de esfuerzo eficiente, obteniendo a cambio buenas sueltas repetitivas. El arco está equilibrado dinámicamente con respecto al punto de apoyo de la mano de arco (en la figura, posición "N") y adopta el estado estable que muestra el dibujo con línea continua.

Si por cualquier razón (cambio de empuñadura, experimentación, o error) se alzara el punto en el que se aplica la fuerza, creando una nueva línea de esfuerzo, la parte superior del cuerpo de arco se inclinaría alejándose del arquero, aumentando la tensión de la pala superior y reduciendo la de la inferior. Por el contrario, bajando el punto de presión de la mano se reduciría la tensión de la pala superior, aumentando la de la inferior. En ambos casos, se destruye el equilibrio dinámico del arco, las palas se mueven asincrónicas al soltar y el comportamiento de la flecha se ve afectado inmediatamente.

Aunque los efectos de una acusada falta de sincronía puedan ser vistos por un observador o notados por la mano del arquero, se ignoran con frecuencia debido al cambio de altura del ojete o aguja del visor, en relación al ángulo de elevación de la flecha, producido de los modos siguientes:

Con un visor montado sobre una extensión delantera, como el mostrado en la **Figura 1**, elevando el punto de apoyo de la mano hasta la posición "H" se inclinan simultáneamente hacia delante el cuerpo y el visor, sin variar apreciablemente la elevación de la flecha, pero bajando la posición del ojete o aguja.

Al apuntar, hay que levantar el arco ligeramente, elevando algo la trayectoria de la flecha y, aunque el arco haya perdido eficacia, al comprobar los impactos más altos en la diana, a distancias cortas y medias se tiene la impresión de haber ganado visor.

Bajando el punto de presión de la mano hasta la posición "L", con un visor en las mismas condiciones anteriores se obtendrá un efecto opuesto y, en la mente del arquero, se descartará esa posición de mano porque se pierde visor, aunque tal vez sirviera para aumentar el rendimiento de un arco distinto, con un centro de equilibrio dinámico diferente.

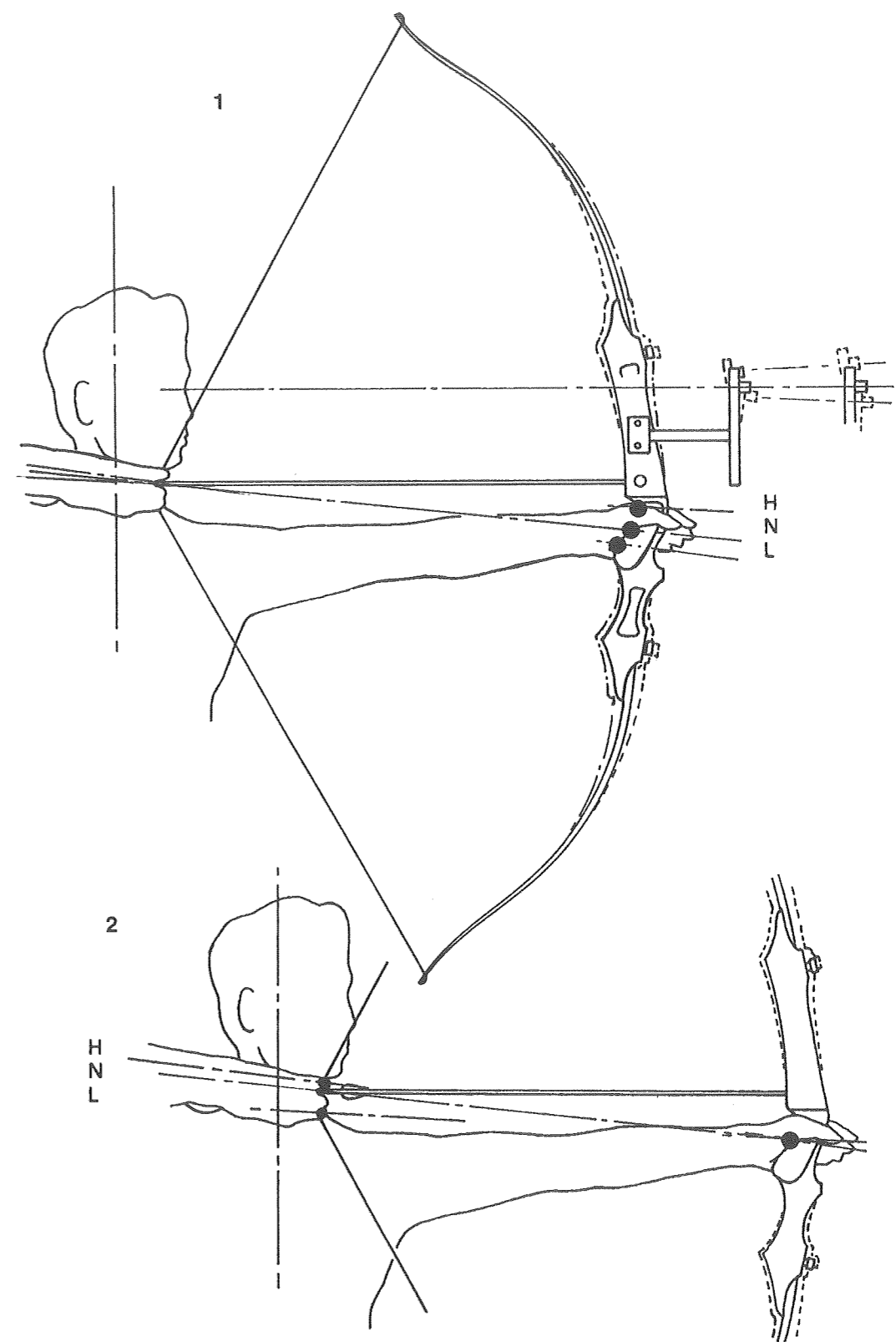
Esos efectos opuestos se obtienen igualmente con visores montados con la extensión hacia dentro, mientras que con un visor montado sin extensión en el cuerpo de arco, cerca del eje de referencia, los errores son casi invisibles.

Las variaciones de altura de visor también pueden producirse al cambiar el comportamiento del arco, debido a una alteración de la presión individual de los dedos en la cuerda.

En la **Figura 1**, la línea de esfuerzo pasa por el culatín de la flecha y la presión del índice en la cuerda es equivalente a la ejercida por los dedos medio y anular.

En la **Figura 2**, se ilustran dos casos: la línea de esfuerzo pasa por encima del culatín, provocando que el arco se incline hacia atrás, o pasa por debajo y el arco se inclina hacia delante. En ambos casos, con un visor a extensión, el arco tendrá una alineación distinta y la flecha adoptará una nueva inclinación, dando la falsa impresión de ganar o perder visor.

Una indicación clara de la pérdida de rendimiento es el aumento de recorrido del ojete del visor de una a otra de las cuatro distancias de tiro.



FUERZAS ESTABILIZADORAS QUE AFECTAN EL EQUILIBRIO DINÁMICO DE LAS PALAS

Puede producirse un efecto similar al descrito en el apartado anterior cuando el centro de gravedad del arco es desplazado hacia delante o atrás del punto de pivote.

La **Figura 1** compara un dibujo de trazo continuo con otro de trazado discontinuo. El primero muestra un arco con el deseado equilibrio dinámico normal, mientras que el segundo, exagerado para mayor claridad, muestra el comportamiento del mismo arco bajo la influencia de un centro de gravedad avanzado por el peso de los estabilizadores cortos de base de pala y la adición de un estabilizador central largo.

La pala superior se sobrecarga y curva excesivamente, mientras que la inferior hace lo contrario, provocando la destrucción del equilibrio dinámico y que, al soltar, las palas tengan un movimiento asíncrono.

La diferencia de distribución de tensiones, tomadas con un medidor de curvatura, es menor en los arcos potentes con una alta relación potencia/peso y una proporción media de anchura/grosor de palas, que en los arcos poco potentes con una baja relación potencia peso y anchura/grosor de palas, llamados arcos "suelos", en los cuales las palas son más anchas y menos gruesas que en los anteriores.

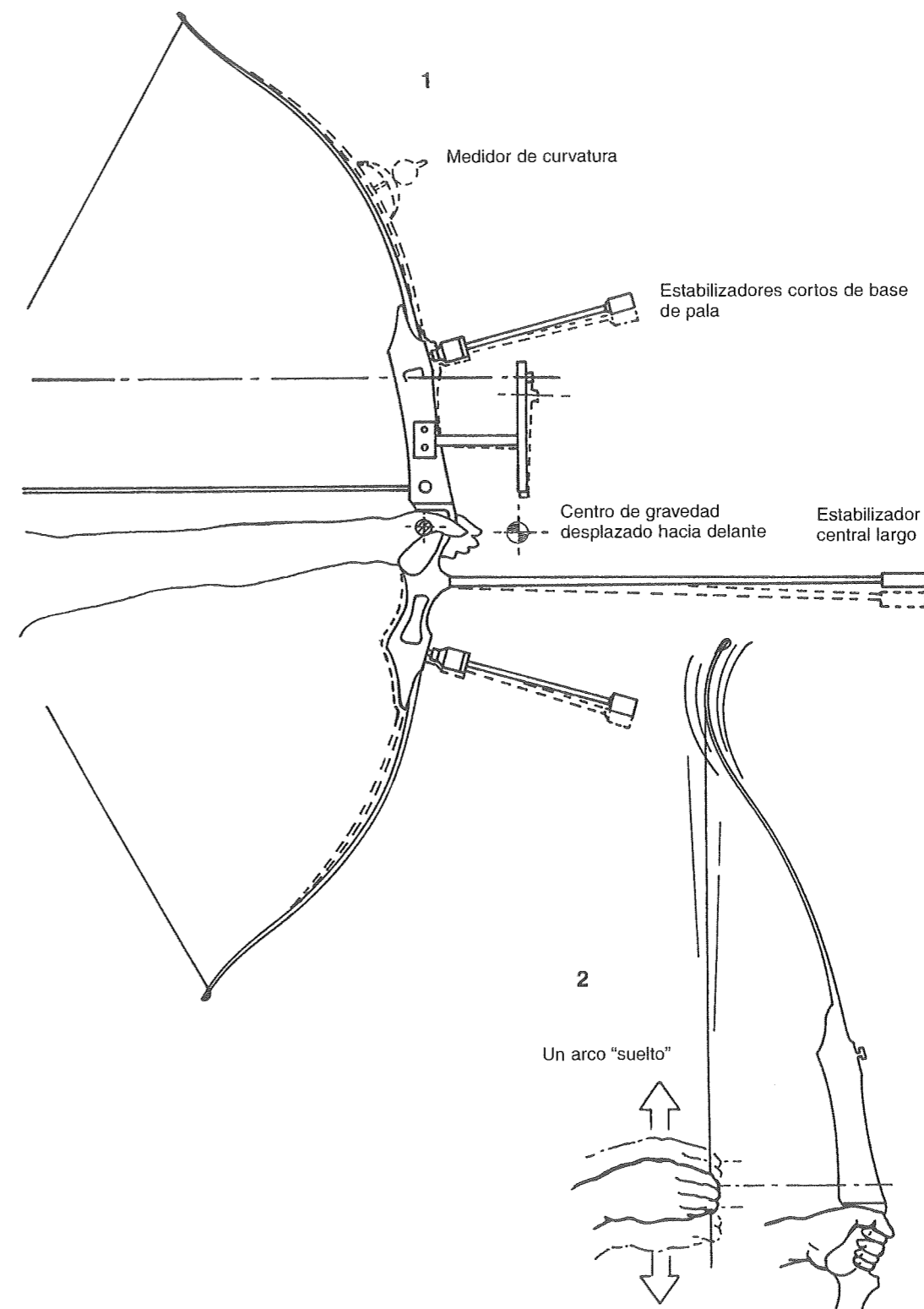
Los arcos "suelos" se detectan cuando, sosteniéndolos firmemente por la empuñadura y por el forro central de cuerda, se puede subir y bajar la cuerda con relativa facilidad, como muestra la **Figura 2**.

La diferencia de distribución de tensiones, como parte de un análisis de rendimiento, se comprueba con mayor facilidad colocando en el arco una barra *tiller* entre los puntos de presión normales del arquero afectado, previamente verificados con su amplitud de apertura exacta y tomando y anotando las lecturas del medidor de curvatura en ambas palas, primero sin estabilizadores y luego con ellos. De todos modos, como se sabe que el centro de gravedad está muy por delante del punto de apoyo de la mano, debemos asumir que la distribución de tensiones y el equilibrio dinámico han sido modificados y, por lo tanto, el arco rendirá menos, aunque, como en el apartado anterior, la aparente ganancia de visor causará la falsa impresión de que ocurre lo contrario.

Valoración

Observando las tablas obtenidas en el segundo apartado de este capítulo "Medidas de la distribución de tensiones", la curvatura total medida en las marcas **T5** y **B5** era de 0,046 pulgadas (1,168 mm) y 0,045 pulgadas (1,143 mm) respectivamente, sin estabilización.

Aplicando las mismas comprobaciones con la ayuda de un *tiller* horizontal y añadiendo una estabilización delantera moderada, la lectura en **T5** aumenta a 0,048 pulgadas (1,219 mm) y la realizada en **B5** disminuye a 0,043 pulgadas (1,092 mm).



INESTABILIDAD INHERENTE AL ARCO

Si un objeto libre recibe un empuje cuya línea de fuerza pasa por el centro de gravedad del objeto, éste se desplazará siguiendo esa línea sin rotaciones en ningún otro sentido.

Si la línea de fuerza no pasa por el centro de gravedad del objeto o cuerpo, éste girará sobre su centro de gravedad que, a su vez, se desplazará tangencialmente a la línea de empuje.

Al soltar la cuerda de un arco abierto, no puede evitarse un cierto empuje dirigido hacia al cuerpo de arco y, aun empleando la técnica de tiro más depurada, la recuperación de los cartílagos articulares, músculos y tejidos carnosos comprimidos, produce un empuje hacia delante.

Los arcos modernos, tal como pueden comprarse, generalmente tienen el centro de gravedad (CG) por encima del punto de pivote y retrasado con respecto a él. Además, si ha sido diseñado para poder recibir un visor (Figura 1a) y debido al corte de la ventana de arco y a la adición de la placa de soporte del visor, el CG también estará desplazado hacia un lado de la línea central del arco (Figura 1b). Al soltar, el empuje no actuará sobre ese centro de gravedad desplazado y provocará un movimiento de rotación del arco que echará la pala superior hacia atrás con respecto al plano de tiro y otro movimiento de giro en el plano horizontal sobre el eje vertical (desviación), como se muestra en la Figura 1c.

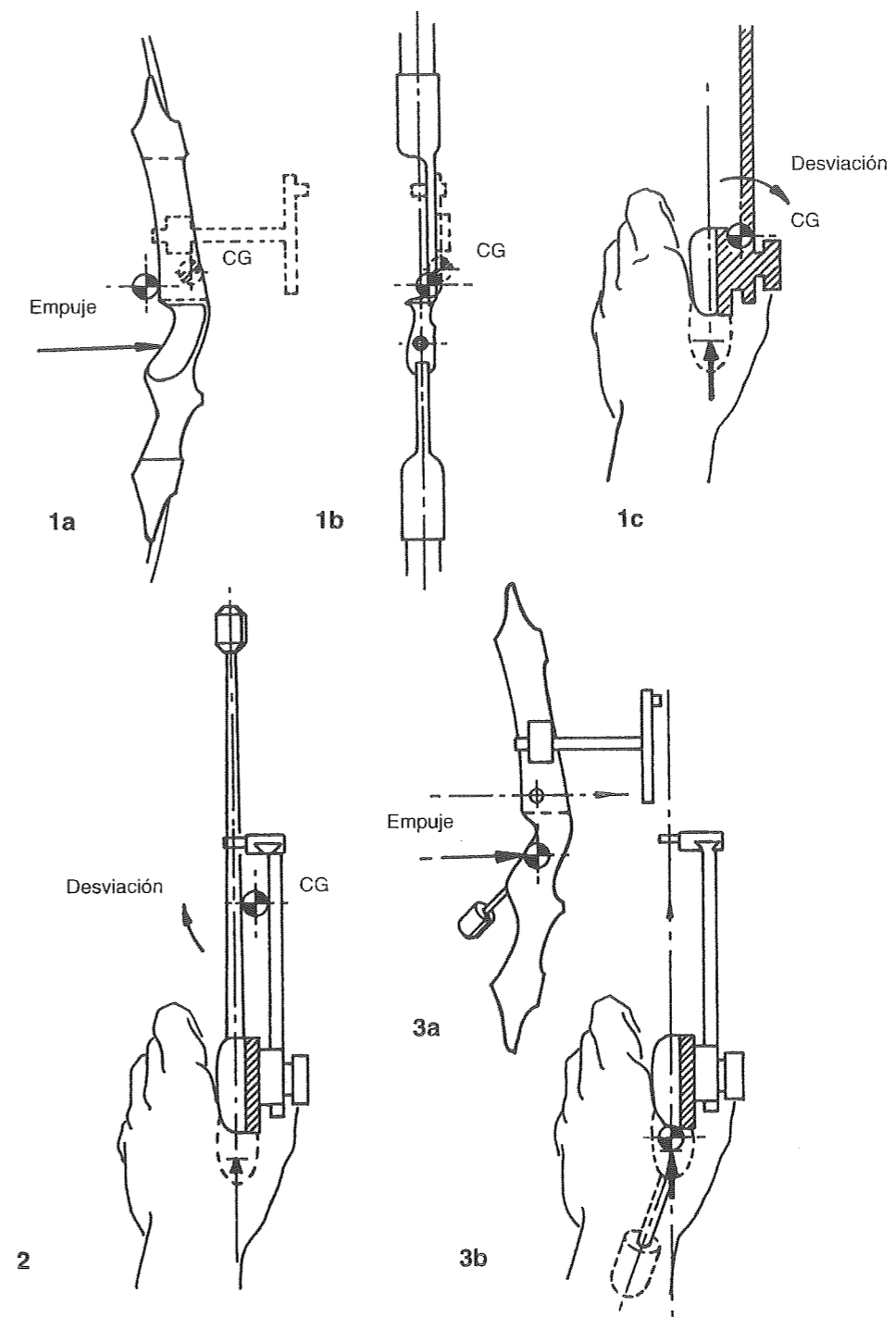
Un solo estabilizador frontal, montado por debajo y hacia delante con respecto al punto de apoyo de la mano, puede reducir o suprimir la basculación sobre el plano de tiro, pero sólo paliará ligeramente la desviación (Figura 2).

La estabilización mínima requerida para compensar la inestabilidad inherente al cuerpo de arco sería un contrapeso corto, inclinado hacia atrás, abajo y en dirección opuesta a la posición del visor, que coloque el centro de gravedad (CG) coincidiendo con el punto de presión de la mano de arco y con el centro de equilibrio dinámico de palas (Figuras 3a y 3b).

Una técnica anatómica eficaz, aplicada a un equipo eficiente y ajustado de modo compatible con ella, requeriría una mínima estabilización complementaria.

Una técnica deficiente, o un equipo mal escogido o ajustado, pueden dar la impresión de mejorar con la adición de pesos estabilizadores simplemente porque el peso perpendicular amortigua los errores hasta cierto punto. No obstante, añadir peso no mejora la técnica, y de hecho puede ayudar a empeorarla.

Para resumir, una amortiguación adecuada y eficiente mejorará el rendimiento de un arco bien ajustado y los resultados del arquero que ya tenga una técnica relativamente depurada, pero sólo ocultará o modificará las deficiencias de un equipo mal ajustado o de una técnica todavía por formar, reduciendo frecuentemente el rendimiento de ambos.



ESTABILIDAD ESTÁTICA DEL ARCO

Así como la dinámica estudia las acciones de cuerpos en movimiento, la estática se ocupa de los efectos producidos por fuerzas que provocan movimiento en cuerpos estacionarios.

Idealmente, el cuerpo de arco no debería modificar su posición o comportamiento con respecto a la diana durante las operaciones de apuntar y disparar la flecha; por lo tanto, podemos clasificarlo dentro de la categoría "estática" y/o "estabilidad estática".

Las fuerzas inevitables mencionadas en el apartado anterior, aplicadas al cuerpo de arco por un arquero eficiente en el momento de soltar, son:

La contrapartida del esfuerzo original de apertura y la del peso físico del arco, que se resuelven en una sola resultante de fuerza actuando, idealmente, en la pretendida dirección de tiro (ver Figura 3).

En la ilustración, la resultante "A" actúa paralela al eje de la flecha, y al soltar tiende a acelerar el cuerpo de arco hacia delante.

Si el centro de gravedad del arco coincide con esa línea de fuerza, el cuerpo de arco se moverá rectilíneamente en la misma dirección sin giro alguno.

Si el centro de gravedad no coincide con la línea de fuerza, el cuerpo de arco se desplazará hacia delante y tenderá a girar sobre el centro de gravedad (CG), como ilustran las Figuras 1, 2, 4 y 5.

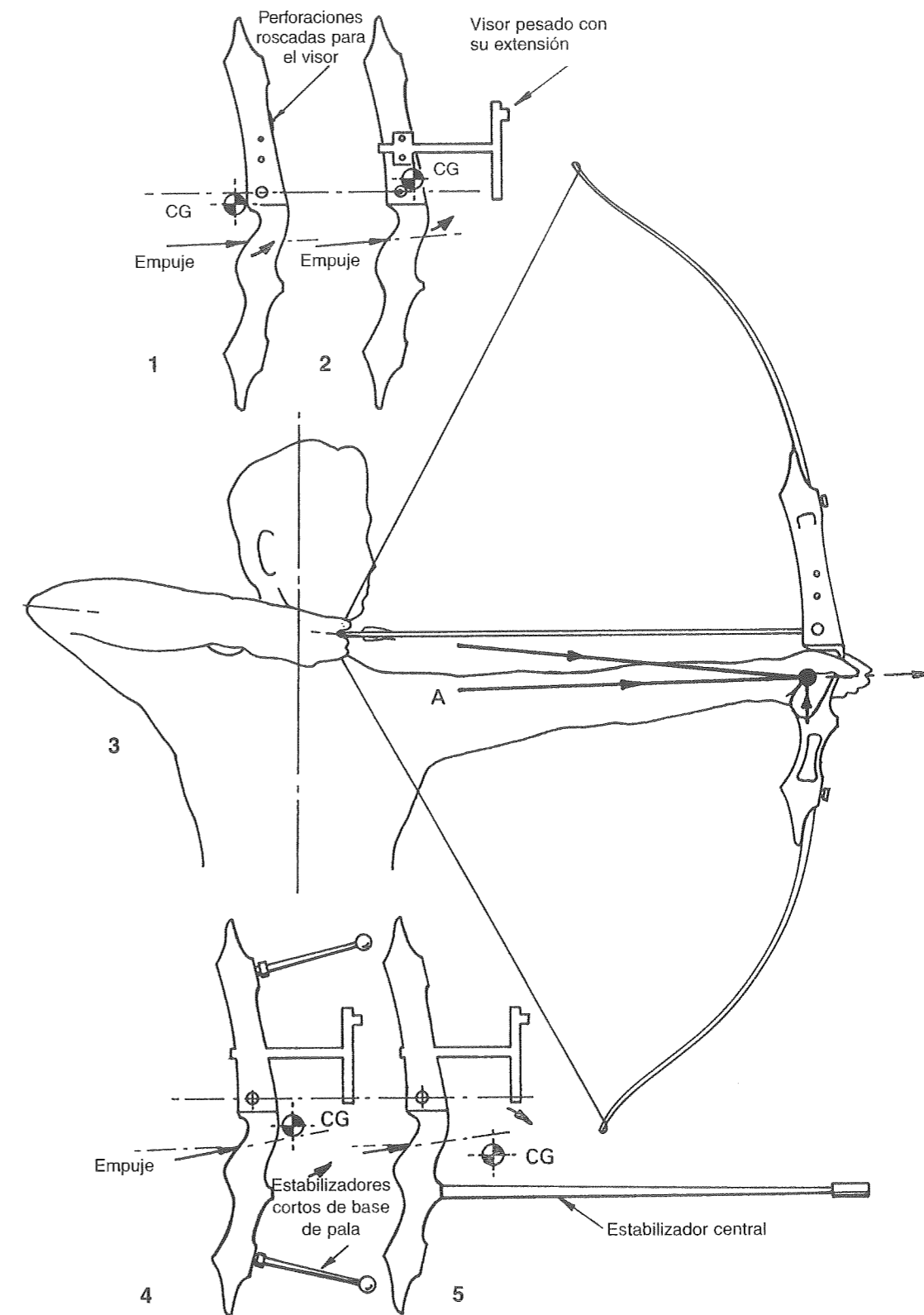
Añadiendo cualquier peso al arco, la componente vertical de fuerza aumenta, mientras que la componente de esfuerzo de apertura se mantiene constante y, por consiguiente, el ángulo de la fuerza "A" adquiere mayor inclinación.

El aumento indiscriminado de peso, debido a la incorporación de una estabilización, es la causa de que se desplacen el centro de gravedad y el ángulo de empuje, sin que necesariamente se produzca una mejora en el rendimiento del arco o del arquero.

Por consiguiente, es de suma importancia la distribución correcta de un peso físico mínimo que facilite el desplazamiento del cuerpo sin giros en el momento de soltar, y sólo debe agregarse peso por causas bien determinadas. Aunque pueda ser efectivo para amortiguar reacciones indeseables del arco, impone cargas adicionales en la estructura humana que pueden llevar al cansancio y colapso, como veremos más adelante.

Acerca de los visores

A mayor longitud de la extensión, más crítico y preciso es el acto de tomar puntería. Llega a un máximo en las distancias largas, en donde el ángulo de error permisible a 90 m es de un 20 por 100 del que podría permitirse a 18 m, utilizando dianas normales. Dicho de otra manera, a medida que se acorta la distancia de tiro, el acto de apuntar es menos crítico. Por otro lado, ocurre con frecuencia a largas distancias que el ojete de un visor con extensión larga estorbe el paso de las plumas y se deba entrar la extensión en cierta medida para evitarlo, de modo que bastantes arqueros utilizan el visor completamente extendido en las distancias cortas y parcialmente extendido en las largas, alterando con ello el equilibrio estático y dinámico del arco con cada uno de esos movimientos. ¿Por qué no dejar la extensión del visor en una posición permanente y adecuada para todas las distancias?



4. Análisis de la anatomía humana

PLANOS DE MOVIMIENTO

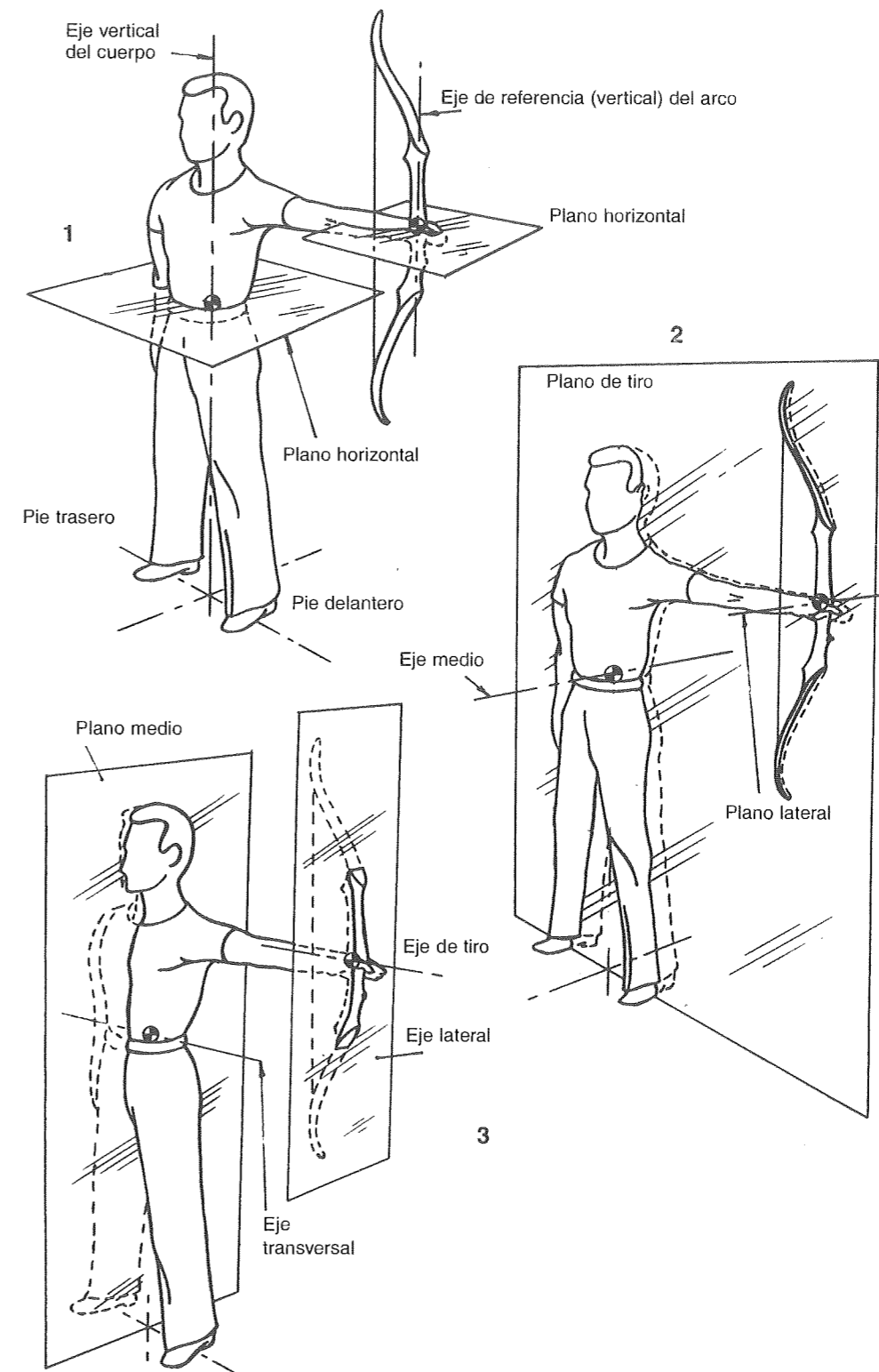
Los planos de movimiento y ejes de rotación de cuerpo y arco están esquemáticamente definidos en las figuras de la página siguiente.

Si el movimiento del cuerpo considerado parcialmente o como un todo está referido al eje vertical, como girar la cabeza o las caderas, la acción se desarrolla en el plano horizontal, como queda ilustrado en la **Figura 1**. La rotación del arco con respecto a su eje de referencia (vertical), desplazamiento lateral o hacia delante y atrás, también son movimientos en el plano horizontal.

Los movimientos del cuerpo referidos al eje medio motivan acción en la parte superior del cuerpo y en el arco en el plano de tiro, como puede ser la rotación del arco sobre su eje lateral (mostrado en la **Figura 2**).

El movimiento del cuerpo sobre el eje transversal sitúa la acción en el plano medio del cuerpo, mientras que un movimiento similar del arco sobre el eje de tiro se encontrará en el plano lateral del arco, como se muestra en la **Figura 3**.

En la práctica de tiro, para no perder tiempo y evitar un gasto de energía inútil a los alumnos con el arco tensado a punto de anclaje, se emplean términos verbales abreviados como, por ejemplo, "pie delantero", que es el más cercano a la diana, o "inclinado hacia delante", que significa inclinarse hacia la diana. Para evitar ambigüedades o confusiones, los movimientos direccionales se expresan con respecto a algo conocido sin lugar a duda y lo más remoto posible (la diana); de no ser posible y en ausencia de una jerga establecida, el sentido común establece el contexto de las observaciones.



OBSERVACIONES GENERALES ACERCA DE PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA ALTURA

En tiro con arco sobre diana, con excepción de algunas modalidades, el centro de las dianas se halla a 1,30 m del suelo, medido a la vertical del mismo, independientemente de la distancia que las separen del arquero.

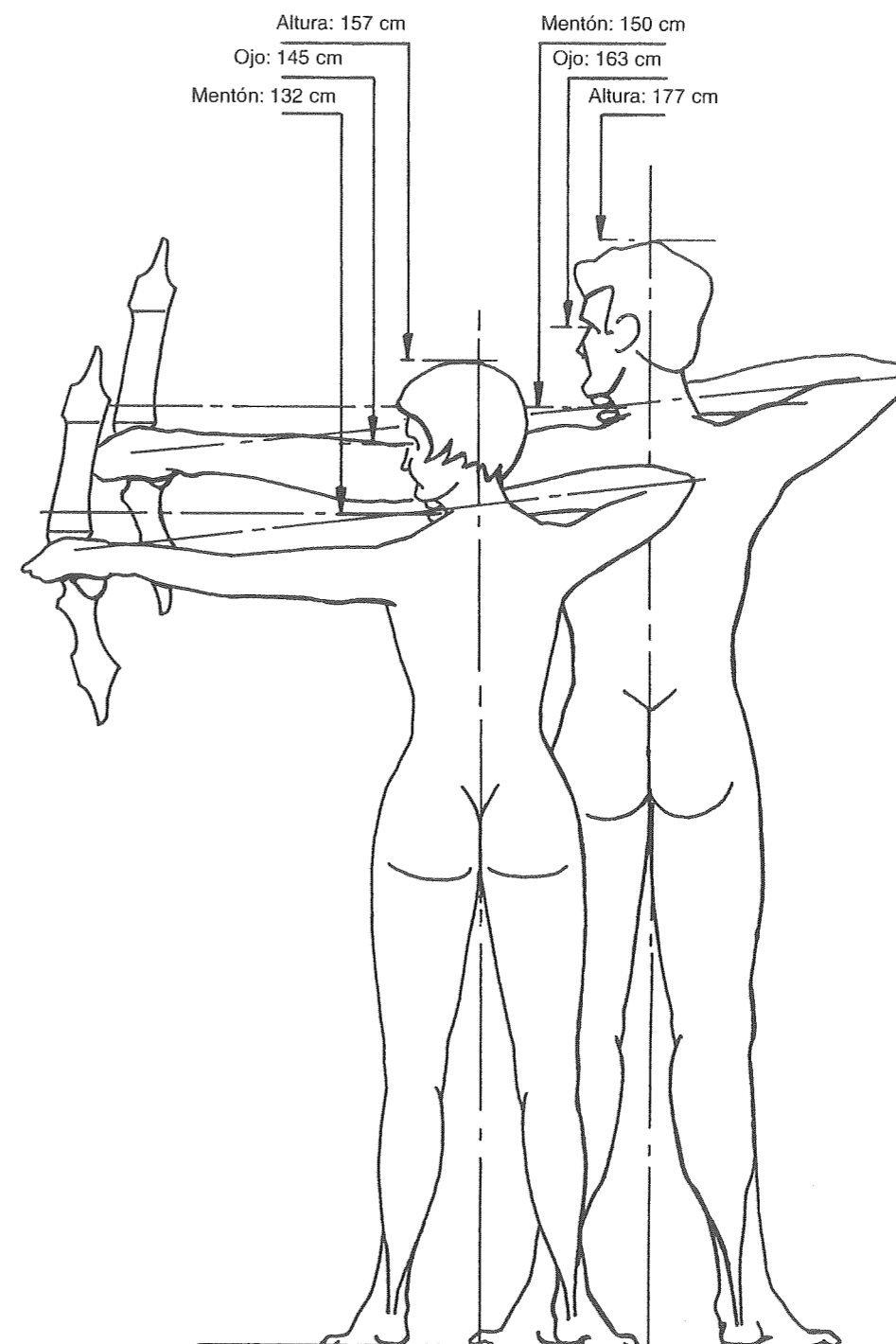
Dado que los arqueros no están cortados con el mismo patrón, la mayoría estará observando un centro de diana situado a una altura inferior a la del ojo y desde distintas alturas, a todas las distancias. Los únicos en observar el centro de diana sobre una línea paralela al suelo o casi, son los niños o los atletas sentados en silla de ruedas.

La geometría e interrelación mentón/hombro determinan la altura y la elevación de la punta de la flecha cuando el arquero está en posición de tiro, erguido, con la columna vertebral recta y vertical.

Los arqueros más bajos necesitan inclinar el cuerpo hacia atrás casi a todas las distancias, para poder dar a la flecha el ángulo de elevación adecuado, mientras que la mayoría de adultos, especialmente hombres, tendrán que inclinarse hacia delante en distancias cortas y hacia atrás en las largas. Sólo es posible mantener el cuerpo completamente recto en distancias intermedias.

En la ilustración de la página siguiente, si el arquero más bajo tiene una posición de apertura anatómicamente eficaz con el cuerpo perfectamente recto, produciendo un impacto en el centro de la diana a 30 m, por comparación, la distancia natural del arquero más alto sería de 50 m o más.

Al llegar a la edad adulta, los arqueros con poca estatura tienden a desarrollar una postura muy recta y vertical, mientras que los arqueros que se hallan en el otro extremo de la escala de medidas tienden a encorvarse. Como resultado, durante la fase inicial de entrenamiento básico con un equipo de poca potencia, el arquero más bajo adopta normalmente una posición erguida rectilínea y levanta el brazo de arco hasta sobrepasar ligeramente la altura del hombro, para compensar la poca energía del arco y llegar al nivel relativo a su ojo. El arquero más alto, al utilizar una flecha más larga desarrolla una energía mayor y, como las distancias de entrenamiento son cortas y el centro de la diana está por debajo del nivel de su ojo, no tiene motivo para levantar la mano de arco hasta la altura del hombro, ya que la flecha adquiere suficiente energía para impactar en el centro de la diana.



OBSERVACIONES GENERALES ACERCA DE LA DEFORMACIÓN DE LA POSICIÓN CORPORAL

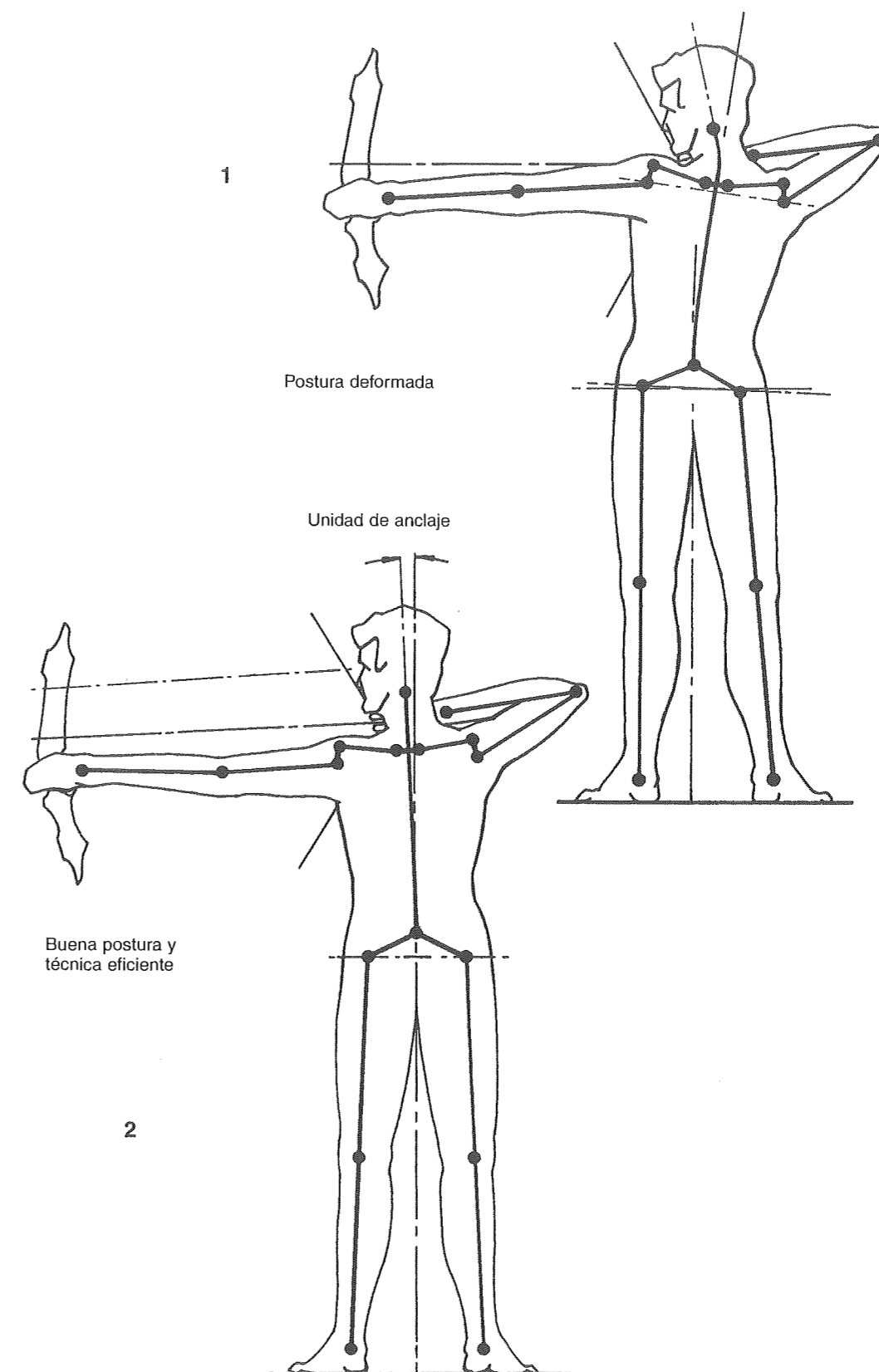
Durante la instrucción básica a distancias cortas, el arquero de mayor estatura soporta con facilidad las cargas relativamente pequeñas de un arco de iniciación, y tiende a encontrar más cómodo y fácil bajar el brazo de arco para alinearlo con el centro de la diana, que inclinar ligeramente toda la parte superior del cuerpo para lograr lo mismo.

En este punto de la formación, la información visual que llega al cerebro del arquero tiene prioridad sobre los otros sentidos y, en vez de practicar y percibir la alineación del cuerpo formando conjunto con el arco durante la apertura, se preocupa intentando colocar cada flecha en el amarillo por todos los medios a su alcance.

El resultado es que, cuando tenga en la mano un arco tal vez tres veces más pesado (peso físico), la técnica que ha establecido con el brazo de arco bajado falla en algún momento, causando que el hombro del brazo de arco se deforme hacia arriba. Para compensar, inclinará la parte superior del cuerpo en dirección opuesta a la diana, inclinando simultáneamente la cabeza hacia la cuerda para establecer contacto con ella, como queda reflejado en la **Figura 1**. También es común que, debido a esa posición, la carga esté soportada por los brazos, la amplitud de apertura se halle reducida, la cuerda tenga bastante contacto con el cuerpo, la distancia entre ojo y altura de flecha se acorte y, sin lugar a dudas, el rendimiento de la suelta sea cualquier cosa menos eficaz.

Invariablemente, cuando este arquero intenta colocarse en posición de apuntar a distancias más largas, la doblez en "S" al final de la columna vertebral produce tal malestar que las caderas son impulsadas en dirección a la diana, inclinando la pelvis para reducir el ángulo con que la columna vertebral emerge de ella. Recordaremos este punto cuando, más adelante, realicemos el análisis de la unidad de soporte.

La **Figura 2** muestra el mismo arquero tal como debería estar colocado al apuntar a la misma distancia que en la **Figura 1**, en la postura que debería haber adoptado y desarrollado durante la instrucción básica.



OBSERVACIONES GENERALES ACERCA DE LA RESPIRACIÓN

La **Figura 1** muestra una vista trasera de la caja torácica y los músculos de la capa profunda utilizados en la respiración. Los músculos son los siguientes:

Grupo "A", músculos serrato posteriores que conectan la apófisis espinosa de las dos vértebras cervicales inferiores y de la dorsal superior, a la segunda, tercera, cuarta y quinta costillas, levantándolas al unísono y tirando de todas las demás al aspirar.

Grupo "B", músculos serrato posteroinferior, ligan la apófisis espinosa de las dos vértebras dorsales inferiores y de las dos lumbares superiores, a las costillas nueve, diez, once y doce, tirando de ellas hacia abajo durante la espiración.

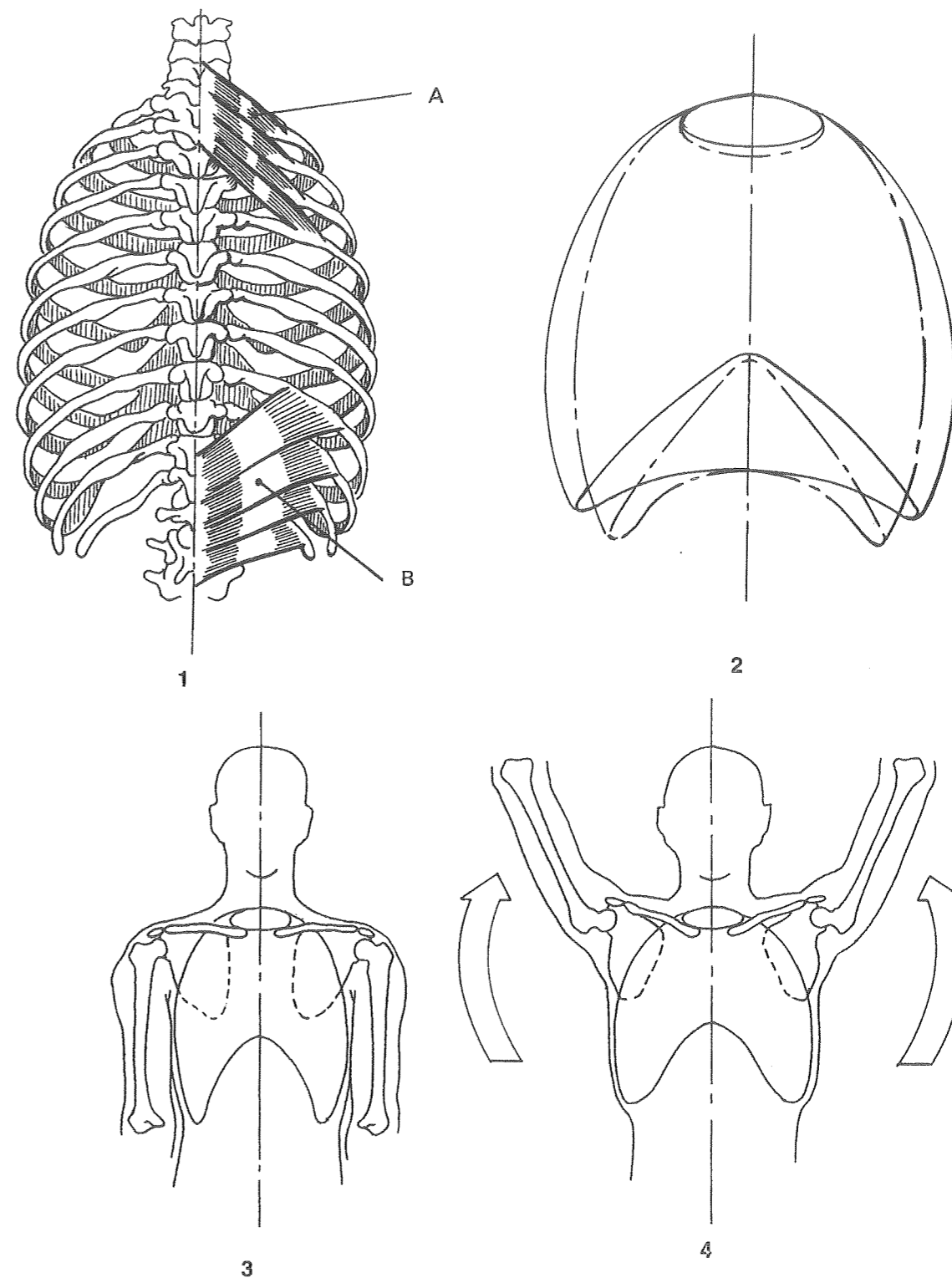
Debido a las articulaciones de la caja torácica, ésta puede expandirse y contraerse verticalmente, de lado a lado y de atrás a delante (ver esquema de la **Figura 2**). Al inspirar, la parte superior del esternón se eleva arrastrando con ella la articulación interior de la clavícula; la expansión de la caja torácica también eleva los omóplatos, clavículas y las articulaciones superiores de los brazos. La espiración produce acciones opuestas a las anteriores, bajando de nuevo los hombros.

Dado que los músculos elevadores de los brazos actúan en direcciones similares a las de los empleados en la inspiración y que los músculos que los bajan lo hacen en la misma dirección que los que permiten espirar, es más fácil, confortable, natural y eficaz realizar las acciones para levantar los brazos al inspirar y bajarlos al espirar, que intentar hacer lo contrario provocando el antagonismo de los grupos musculares (ver **Figuras 3 y 4**).

En momentos de sobresalto, miedo o sorpresa, la reacción natural espontánea del cuerpo/mente es inspirar bruscamente, al tiempo que el cuerpo se tensa listo para luchar o huir. En cuanto la causa cesa, es suprimida o reconocida, el aire es expulsado mediante un gran suspiro y el cuerpo se relaja.

De esa asociación puede deducirse que el acto de inspirar o de contener la respiración puede favorecer el desarrollo de tensiones físicas o mentales, mientras que la espiración tenderá a conducir a un estado de relajación física y mental.

También está asociado a la tensión o relajación el hecho de que la temperatura del aire que introducimos en los pulmones es, especialmente en países de clima templado o frío, inferior a la temperatura del cuerpo; se expande al entrar, aumenta la presión dentro de la cavidad torácica y afecta el ritmo cardíaco y la presión sanguínea. El aire que entra en los pulmones a 0 °C en épocas frías, se expande alrededor de un 12 por 100, mientras que el aire introducido a 21 °C en momentos más cálidos, sólo se expande un 5 por 100 aproximadamente. En cualquier caso, cuando una acción requiera que el cuerpo se encuentre en un estado de relajación prolongada, como en el momento de apuntar, es importante que los pulmones contengan un volumen de aire moderado.



OBSERVACIONES GENERALES ACERCA DE LAS PAUTAS RESPIRATORIAS

Los esquemas adjuntos muestran dos posiciones de preapertura (**Figuras 1 y 3**) que pueden ser adoptadas antes de abrir el arco a la posición de anclaje mostrada en la **Figura 2**.

En la **Figura 1**, los brazos se levantan por encima de la altura de los hombros, acompañando la elevación de una inspiración para preparar la acción dinámica de apertura. A medida que se realiza la apertura, el aire debe salir pausadamente de los pulmones para que, al llegar al punto de anclaje (**Figura 2**), se mantenga una situación cómodamente estable en los pulmones y caja torácica. En todos esos gestos, las acciones del cuerpo han sido compatibles con las acciones respiratorias, sin provocar ningún antagonismo muscular e igualando con naturalidad la velocidad de acción y la respiratoria. El aire retenido en los pulmones en la posición de anclaje puede expandirse sin consecuencias molestas, y las tensiones, aparte las necesarias, se reducen al mínimo.

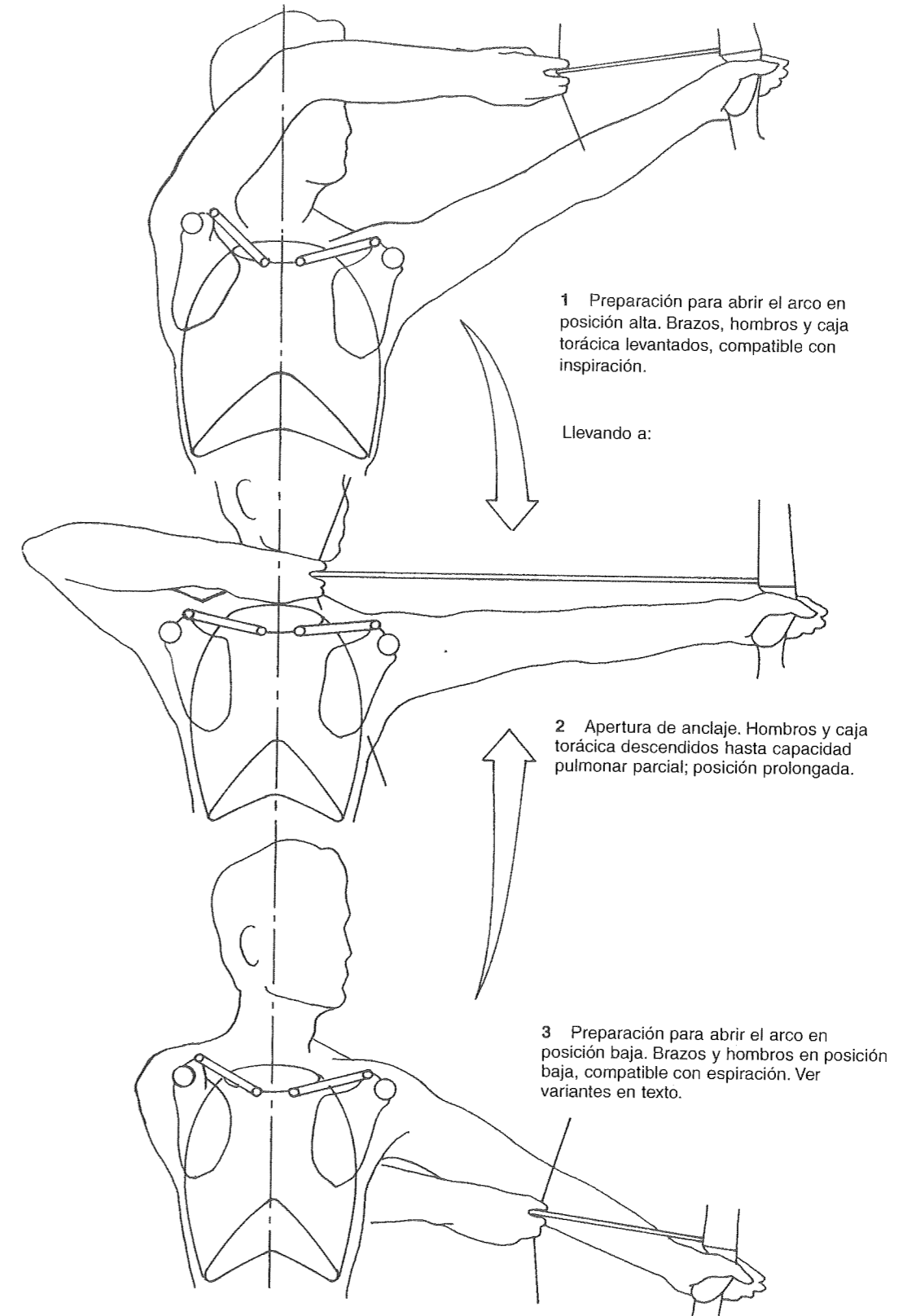
En la **Figura 3**, se asume que la acción de apertura hasta anclaje (**Figura 2**) se realizará directamente, es decir, que la mano de cuerda se moverá hacia arriba y atrás hasta tomar contacto con la referencia facial, mientras el brazo de arco sube hasta alinearse con la diana en posición de soporte estable.

La respiración puede seguir dos pautas distintas, pero ninguna de ellas es completamente natural o confortable. La primera consiste en inspirar estando todavía en la posición inicial y espirar progresivamente mientras los brazos suben hasta la posición de tiro, lo que deja de ser natural, causa antagonismo muscular y es incómodo.

La segunda empieza con una espiración en la posición inicial, inspirando durante la fase de elevación y anclaje. En este caso, la llegada a la posición de tiro coincide con un lleno máximo de los pulmones, que deberán ser vaciados parcialmente, con el arco totalmente abierto, para lograr una posición de tiro estable.

Generalmente, la apertura a partir de esta posición preparatoria se modifica de forma natural: iniciando la elevación simultánea de los dos brazos con el arco ligeramente tensado, se inspira hasta situarlos a la altura de los hombros y, entonces, la mano de cuerda acaba de abrir el arco llevándola hasta la posición de contacto con la cara, mientras se espira hasta un volumen confortable el contenido de los pulmones, consiguiendo así una pauta de apertura/respiración similar a la expuesta referente a la **Figura 1**.

Mientras se desarrolla y consolida un ritmo personalizado de respiración/tiro, hay que pasar por un período de búsqueda de equilibrio confortable, que puede provocar una respiración forzada al intentar igualarla a la velocidad de la acción o una disminución inusitada en la velocidad de ejecución de ambas. Con la práctica, la acción y la respiración se acomodarán a un ritmo natural, ayudándose armoniosamente la una a la otra hasta tal punto que el arquero podrá percibir intuitivamente cuando la carga del arco ha sido realizada demasiado deprisa, con demasiada lentitud o simplemente ha sido físicamente incorrecta.



SEGUNDA PARTE
ANÁLISIS DE TÉCNICA

Establecer prioridades

Es difícil decidir qué faceta de las facultades físicas requeridas por el tiro con arco tiene prioridad sobre las demás, puesto que todas son importantes, están interrelacionadas y son dependientes unas de otras. El objetivo final es disparar "buenas" flechas a una superficie relativamente pequeña de la diana, a todas las distancias, con un mínimo esfuerzo físico y mental.

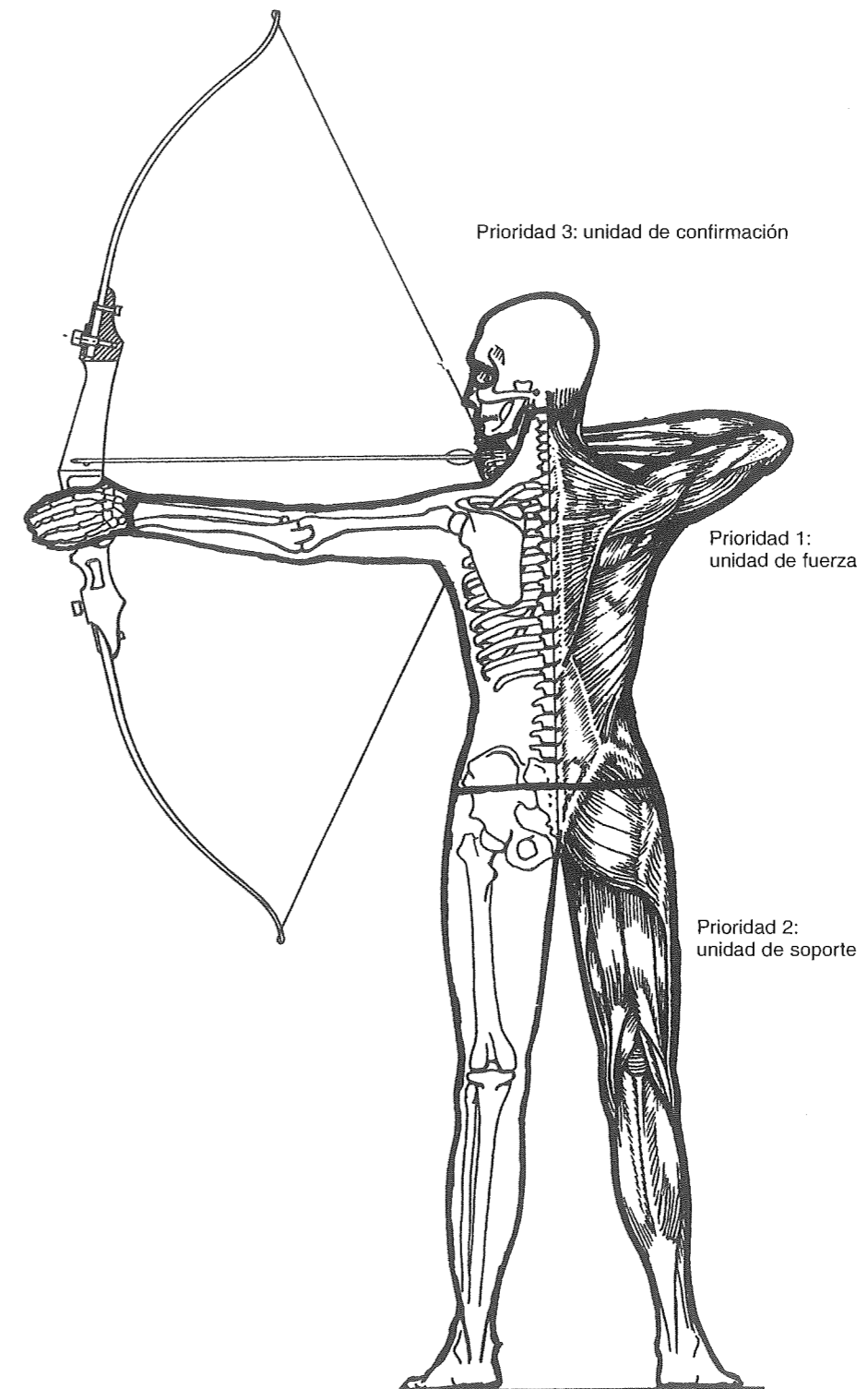
En el contexto de este libro, "buenas" flechas significa aquellas que salen del arco con eficacia, es decir, cargadas con la energía máxima que pueda transferir el arco de manera regular y consistente, de modo que cada flecha se comporte idénticamente a las demás. Para que eso ocurra, el arco también debe ser capaz de almacenar y descargar eficaz y consistentemente la energía transferida por el cuerpo del arquero, lo que a su vez implica que el arquero debe suministrar con eficacia y consistencia la energía requerida para cada tiro, con un mínimo desperdicio de esfuerzo.

Puesto que no tiene sentido disparar una flecha que no llegue a ser "buena", a pesar de lo bien que se haya apuntado física o visualmente, llegamos a la conclusión de que la prioridad absoluta o **Prioridad 1**, reside en el método o técnica que sirve para desarrollar la energía biomecánica, aplicarla y descargarla. Le hemos dado el nombre de **unidad de fuerza** y será expuesta a través de diversos apartados.

La **Prioridad 2** recae en la **unidad de soporte**, compuesta por pies, piernas y caderas, que suministran el soporte físico, dirección y elevación de la unidad de fuerza.

Por último, hemos clasificado con **Prioridad 3** la **unidad de confirmación**, incluyendo cabeza, cuello, mejilla y ojos, que, teniendo una relación física con el arco tensado y con las unidades de fuerza y soporte, confirma visualmente la precisión de la puntería, da las instrucciones mentales necesarias y dirige la ejecución física.

ANÁLISIS DE PRIORIDADES DE LA TÉCNICA DE TIRO



5. Análisis de la unidad de fuerza

FUERZAS DEL ARCO EJERCIDAS SOBRE EL CUERPO

Las dos fuerzas principales existentes en un arco tensado a punto de anclaje son: el peso físico de todo el conjunto, que compone el arco que, en toda circunstancia, actúa verticalmente hacia abajo apoyado en la mano de arco extendida, y la fuerza de compresión correspondiente al esfuerzo realizado por el arquero para tensar el arco, que empuja hacia atrás la mano de arco, brazo y hombro y tira de los dedos de cuerda, muñeca y codo a lo largo de la línea de esfuerzo de apertura (DFL), creando un empuje de compresión del brazo de cuerda sobre el hombro correspondiente.

La **Figura 1** muestra esas fuerzas (sólo las direcciones), representadas por las flechas negras superpuestas al dibujo del arquero en posición de anclaje.

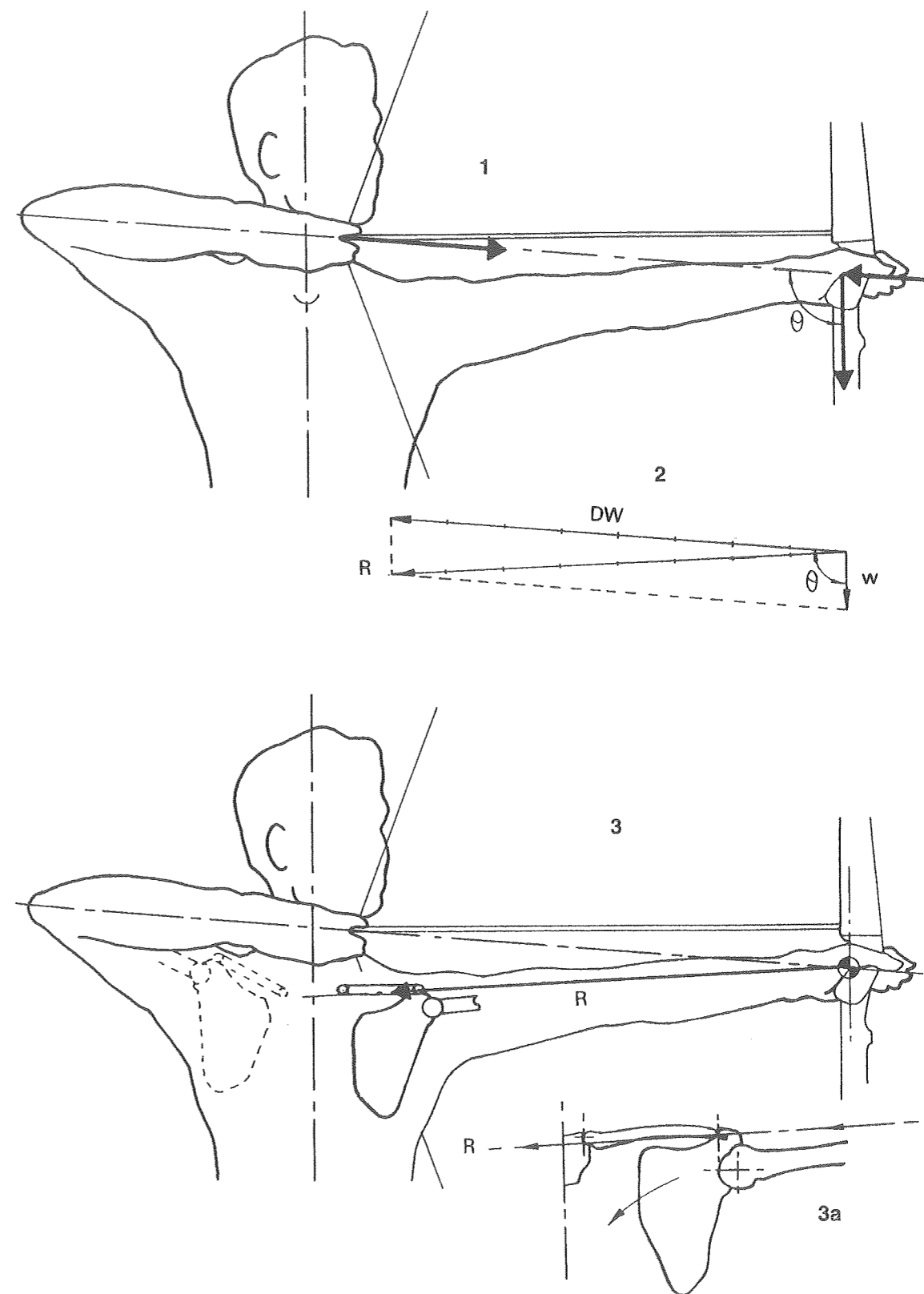
Las dos fuerzas componentes que actúan sobre el brazo de arco pueden verse en el diagrama de la **Figura 2**: el esfuerzo de apertura "DW" (*Draw Weight*, peso de apertura o potencia) y el peso físico del arco "w" (*weight* o peso), paralelos a su línea de acción en la **Figura 1** y con una longitud proporcional a su magnitud. La fuerza resultante "R" es la que reemplaza las anteriores en magnitud y dirección.

La relación de la resultante "R" con los huesos y articulaciones del arco pectoral del brazo de arco determina si el hombro de arco tiende a arquearse hacia arriba y requiere una masa muscular adicional para mantenerlo bajado, o si es posible deformarlo hacia abajo y atrás, reduciendo la actividad muscular requerida.

En las **Figuras 3** y **3a** hemos superpuesto la resultante "R" sobre la figura del arquero anterior y hemos añadido los huesos del arco pectoral. La línea "R" pasa por debajo de la articulación interna de la clavícula, a través de la articulación clavicular externa y por encima de la articulación del brazo. Si el arquero mantiene o aumenta ese ángulo de elevación del brazo de arco con respecto a la posición vertical de la columna vertebral, el hombro permanecerá en posición baja, sin necesidad de actividad muscular complementaria.

Añadiendo peso físico al arco, bajando el brazo de arco o reduciendo la potencia del mismo, colocaría la línea "R" por debajo de las articulaciones del hombro, provocando la elevación del mismo, a menos que se recluten otros músculos para mantenerlo bajo y estable.

La reducción del peso físico del arco, un aumento de la potencia o cualquier otro cambio en la relación equipamiento/técnica que aumente la relación potencia/peso, elevará la dirección de "R" para actuar por encima de la articulación del hombro, manteniéndolo positivamente en posición baja, sin necesidad de más fuerza muscular.



CARGA DEL HOMBRO DE ARCO (1)

La tendencia del hombro de arco a levantarse o caer, debido a la dirección de la resultante "R" en relación con el ángulo de elevación columna vertebral/brazo, está influenciada por la geometría y morfología ósea del arco pectoral. La forma y proporciones de la caja torácica condicionan la forma y el comportamiento de la clavícula y la posición del arco pectoral que, a su vez, determina la longitud visible del cuello.

1. Vistas de la elevación y plano medio de una persona de pecho "hundido". La profundidad de la caja torácica (de pecho a espalda) es reducida y la barbilla se presenta adelantada con respecto al esternón. La curvatura de la clavícula hacia atrás es pequeña (dimensión "A") y, como todo el arco pectoral reposa plenamente sobre la caja torácica, no hay (o muy poca) curvatura hacia arriba de la clavícula, siendo prácticamente llana en toda su longitud. Por consiguiente, el cuello es largo (dimensión "B"), los hombros caídos y los bordes interiores e inferiores de los omóplatos son prominentes en la espalda.

2. Persona de pecho "llano". Mucho más común que la anterior, presentando una caja torácica más profunda de pecho a espalda. El arco pectoral está algo elevado sobre la caja torácica y la clavícula aparece ligeramente doblada en "S" hacia arriba y atrás. El cuello es más corto (dimensión "B") y, dado que la dimensión "A" ha aumentado, la barbilla sobresale menos con respecto al esternón.

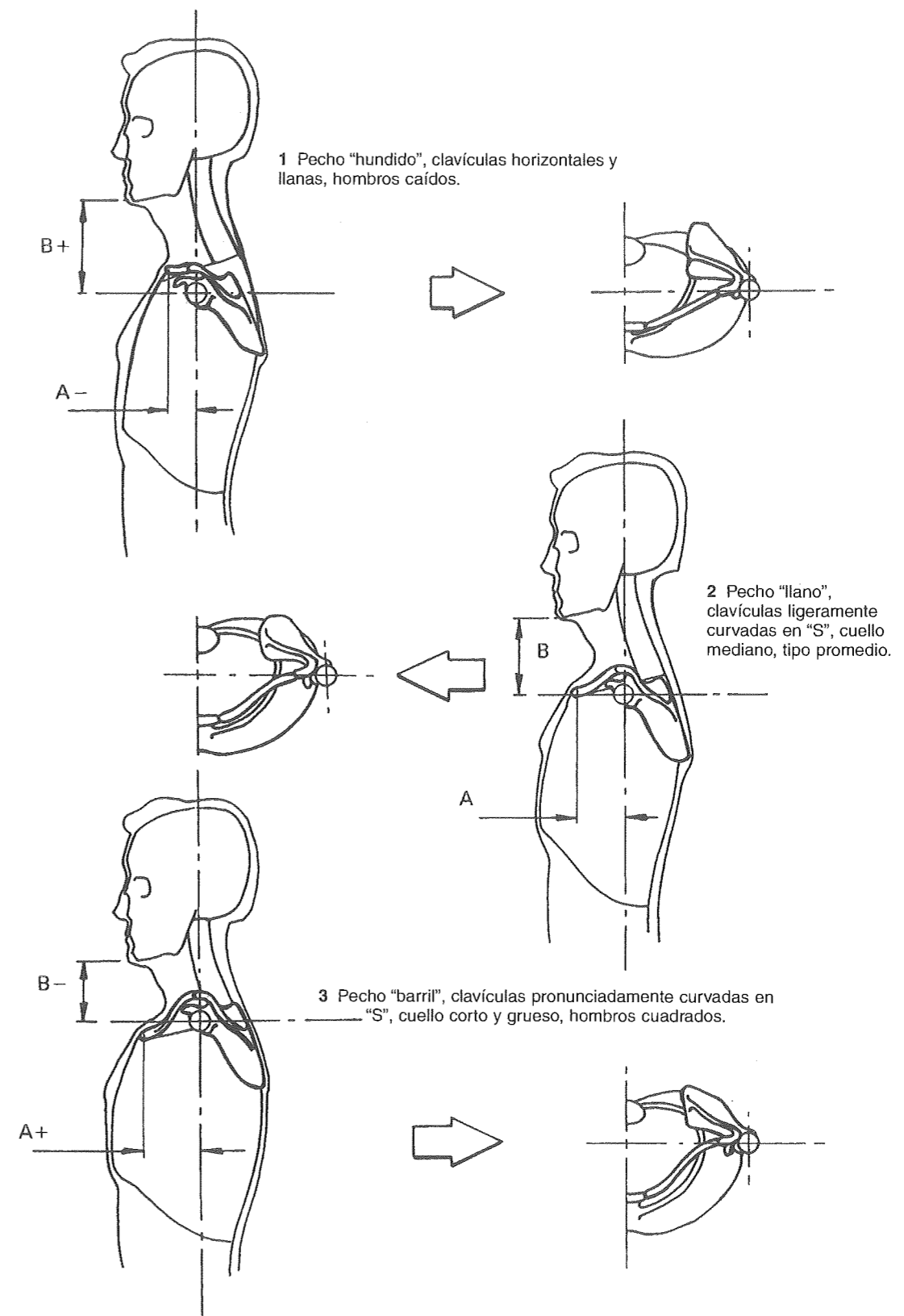
3. Un pecho "barril" es muy profundo de pecho a espalda y el arco pectoral está bastante sobreelevado. La curvatura en "S" de la clavícula es muy pronunciada hacia arriba y atrás, la barbilla se sitúa casi a la vertical del esternón por la amplitud de la dimensión "A" y los hombros son cuadrados.

En general, el tipo como la **Figura 1** se da con más frecuencia en las mujeres.

El tipo presentado en la **Figura 2** se da por igual en hombres y mujeres.

El tipo de la **Figura 3** es más frecuente en los hombres.

Con vestiduras normales, sólo son obvios a la vista los tipos de persona extremos de las **Figuras 1** y **3**. La vestimenta de verano pone en evidencia los tres tipos, pero siempre es conveniente una comprobación táctil, para evitar cualquier posibilidad de realizar un análisis incorrecto o una evaluación técnica errónea.



CARGA DEL HOMBRO DE ARCO (2)

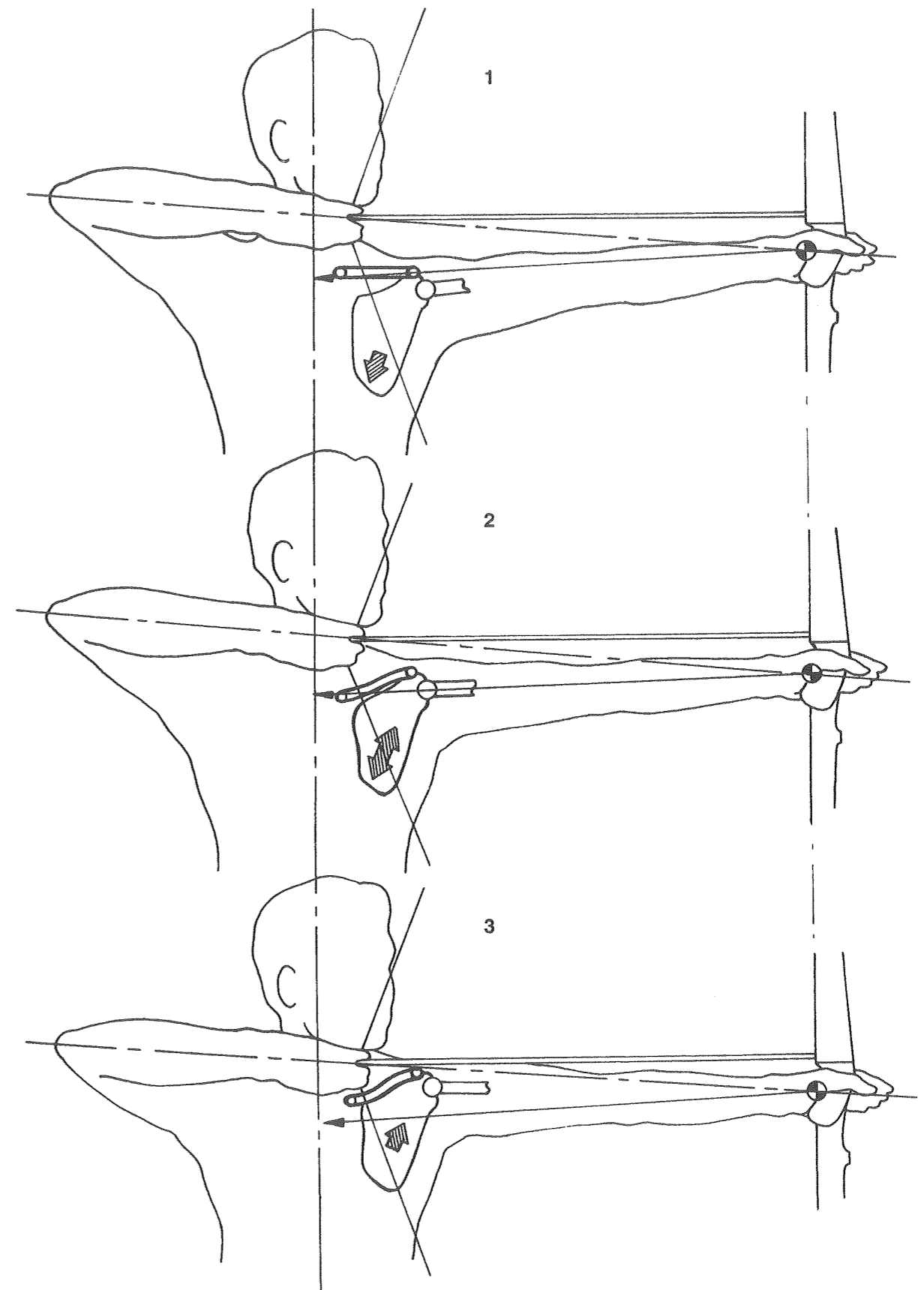
Las figuras de la página siguiente presentan los tres mismos tipos anatómicos descritos en el apartado anterior, en el mismo orden. Esta vez están vistos a lo largo del plano medio, mostrados en posición de anclaje y sujetos a la misma proporción potencia/peso de arco y misma fuerza resultante "R". Para facilitar el análisis comparativo, las tres figuras están centradas sobre el mismo eje vertical de la columna vertebral en posición recta, la flecha en posición horizontal y con sus correspondientes líneas de esfuerzo correctas. La tendencia del hombro a subir o bajar bajo la carga de la resultante "R", sin fuerzas musculares restrictivas, está indicada en cada figura por flechas anchas superpuestas a las escápulas.

1. El arquero tiene una compostura general erguida, recta y no parece realizar gran esfuerzo manteniendo esa postura prolongada. Hasta cierto punto, la apariencia es real, observado especialmente en este plano. La tendencia natural del hombro de arco es permanecer presionado hacia abajo, debido a la alta posición de la resultante "R" que pasa por las articulaciones del arco pectoral. Esta morfología ósea y geometría del arco pectoral permanecerán correctamente colocadas sin asistencia muscular, a condición de que no se reduzca la relación potencia/peso del arco ni el ángulo de elevación del brazo de arco con respecto a la columna vertebral.

2. Este arquero tiene una apariencia razonablemente confortable, con buen control y algo más concentrado y determinado que el anterior. Como muestra la ilustración, la resultante "R" tiene una posición más baja con respecto a las articulaciones del arco pectoral de este tipo de estructura ósea, y el hombro puede subir o bajar con facilidad debido a pequeñas variaciones de la elevación del brazo de arco o de la relación potencia/peso del arco. Un pequeño cambio de técnica, estableciendo una mayor elevación del brazo de arco con la consiguiente nueva línea de esfuerzo de apertura, mantendrá el hombro hacia abajo y reducirá la potencial inconsistencia.

3. La apariencia encorvada, porfiada y agresiva de este arquero es el reflejo exacto del trabajo adicional requerido para mantener el hombro en posición baja. La pronunciada curva hacia arriba de la clavícula predispone a este tipo de conjunto articular a dislocarse hacia arriba. Sin cambios en la técnica o en el equipo, se necesita el uso constante de una fuerza muscular complementaria para intentar mantener el hombro en posición baja. Ese imperativo, junto con otras ineficacias propias de este tipo anatómico, pueden minimizarse modificando la preparación inicial y la técnica de apertura, para colocar la resultante "R" en una posición más elevada que pase por el conjunto articular del hombro.

NOTA: Es curioso comprobar que, aunque cada uno de los tres arqueros está compuesto por los mismos contornos gráficos de cabeza, brazos y manos y están desprovistos de accesorios, las descripciones ("no parece realizar gran esfuerzo" en la Figura 1, "concentrado y determinado" en la Figura 2 y "porfiada y agresiva" en la Figura 3) constituyen una fotografía casi perfecta y diferenciada de cada uno, es decir, a pesar de tratarse de meros esquemas, los tipos anatómicos se distinguen inmediatamente.



CARGA DEL HOMBRO DE ARCO (3)

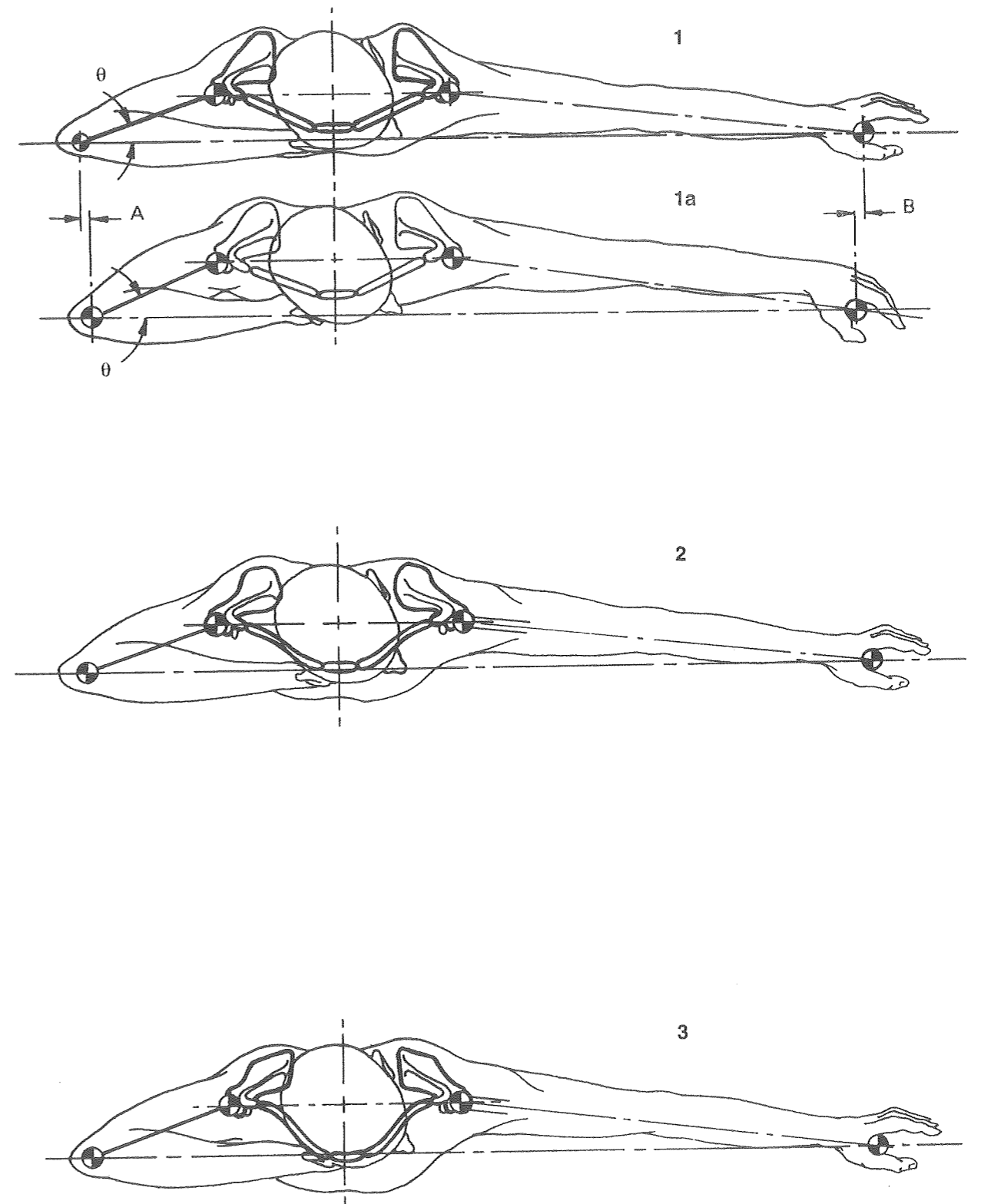
Las figuras de la página siguiente muestran los tres mismos tipos anatómicos de los apartados anteriores, en las mismas condiciones de apertura, pero vistos desde encima.

1. Este arquero que presentaba ciertas ventajas con respecto a la estabilidad vertical de hombros, es propenso a tener problemas de hombros en el plano lateral. La **Figura 1** lo muestra con su línea de esfuerzo más eficiente, reduciendo al máximo la carga en las articulaciones y el esfuerzo muscular. No obstante, con sus hombros estrechos y el hundimiento de la caja torácica, al liberar la cuerda en esa posición corre el riesgo de que ésta golpee el hombro, el brazo, el antebrazo o los tres. Para evitar la repetición de esa experiencia dolorosa, frecuentemente se adopta, consciente o inconscientemente, una o ambas variantes expuestas en la **Figura 1a**: inclinar la cabeza (ya girada en dirección a la diana) hacia los pies, dando un poco la impresión de que el arquero va a perder el equilibrio, con lo que se fuerza la apertura del ángulo " θ " del codo y se acorta la distancia de apertura, como muestra la dimensión "A" de la ilustración. La segunda opción consiste en girar la mano de arco hacia fuera, forzando la muñeca y reduciendo también la distancia de apertura del arco en la medida "B". En ambos casos la línea de esfuerzo se separa de las articulaciones de los hombros, codo y muñeca de arco y, a pesar de la reducción de potencia, hay que emplear más fuerza muscular en el plano lateral, malgastando energía y exponiendo esas articulaciones a una reacción irregular de un tiro a otro. Además, la reducción de la componente "potencia" reduce también la relación potencia/peso, motivando que la resultante "R" actúe a menor elevación y provoque problemas en la verticalidad de hombro similares a los expuestos en la **Figura 2** del apartado anterior.

2. El arquero medio puede mostrar tendencia a adoptar la posición de la **Figura 1** o la de la **Figura 3** en este plano de acción, como ocurría en el apartado anterior con el movimiento en el plano vertical. Si la geometría del hombro se acerca a la de la **Figura 1**, el hombro puede ser empujado hacia la trayectoria de la cuerda y mostrar muy poca tendencia a la elevación, mientras que si la geometría se acerca hacia la de la **Figura 3**, es posible que el hombro se eleve, pero no será empujado hacia la trayectoria de la cuerda.

3. Para un arquero con pecho "barril", la geometría del arco pectoral dicta la proximidad de la línea de esfuerzo a las articulaciones de los hombros y, aunque la línea de acción pueda ser consistente y tan eficiente como permita la morfología de los hombros, rara vez se acercará a la eficacia del arquero "llano" o "hundido". Por lo tanto, aunque no tenga que forzar la separación del brazo de la trayectoria de la cuerda, la implicación muscular en ambos planos será siempre proporcionalmente superior para este tipo de arquero que para los otros dos tipos morfológicos.

Dado que los casos extremos de las **Figuras 1** y **3** son tan obvios y acordes con el tipo de cuerpo, el análisis de su compostura de tiro es más fácil que en el caso del arquero medio de la **Figura 2**, en el que su predisposición hacia uno u otro extremo puede ser irregular de un tiro a otro y, a menos que se estudie y analice anatómicamente, la corrección es casi imposible.



CARGA DEL HOMBRO DE ARCO (4)

Las tres imágenes de la página siguiente muestran al arquero con un arco pectoral llano, pero los efectos descritos a continuación pueden aplicarse a cualquier tipo de estructura del mismo.

La posición vertical del punto de presión de la mano de arco en la empuñadura, influencia la dirección de la fuerza resultante "R" en relación con la articulación del hombro.

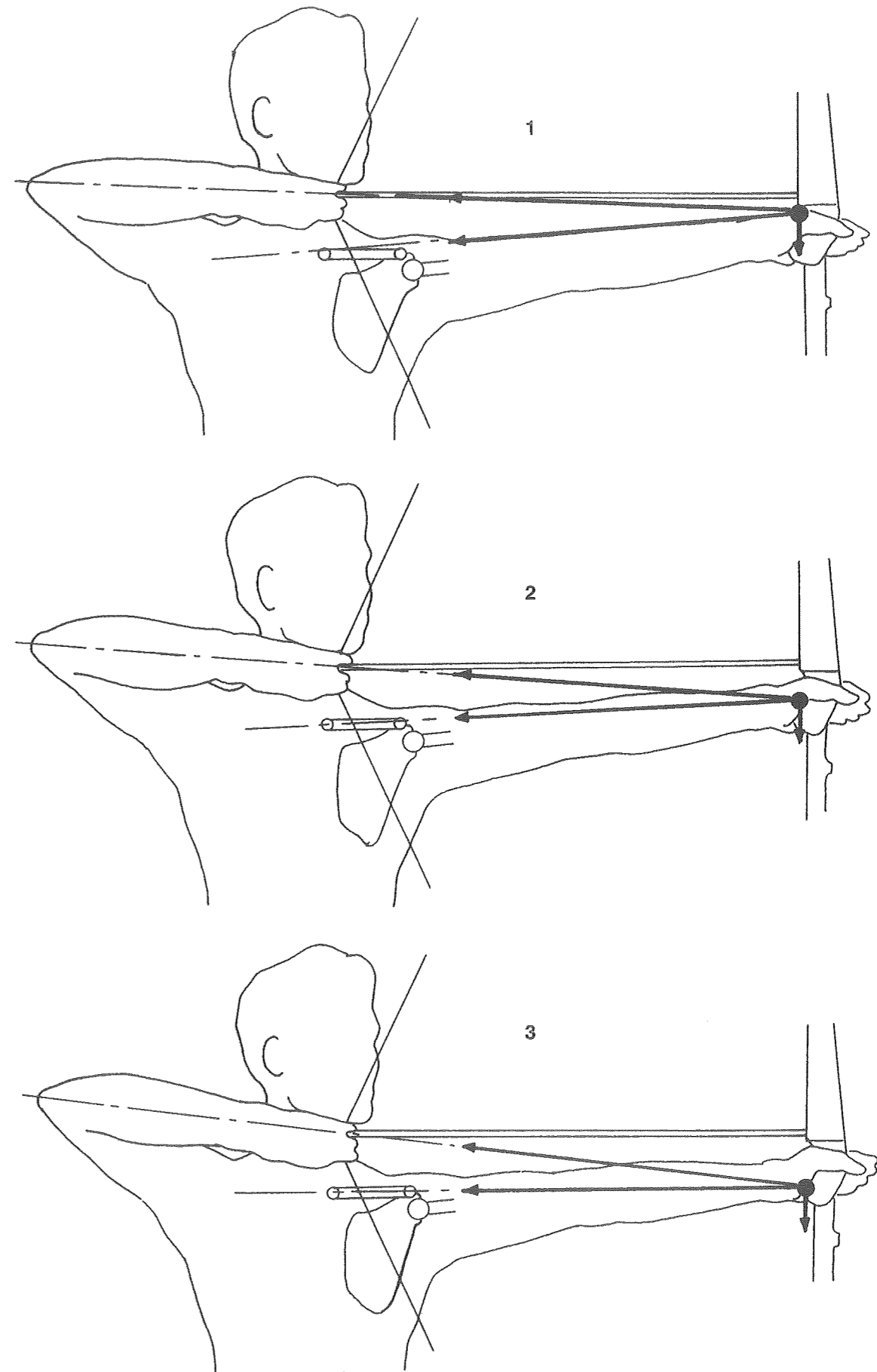
Cuando la forma de la empuñadura y su superficie de contacto con la mano producen la mayor eficacia anatómica posible, el punto de aplicación de la presión de la mano es constante. En otros casos, ocurren irregularidades que no sólo afectan a las reacciones del arco (ver el apartado "Presiones de la mano que afectan al equilibrio dinámico de las palas" del capítulo 3) y las de mano y muñeca, sino que también modifican las cargas soportadas por el hombro de arco.

Si el punto de presión es aplicado a la parte alta de la empuñadura, la línea "R" actúa a través de la parte superior de las articulaciones del hombro, ayudando a mantenerlo en una posición baja y estable. Bajando el punto de presión, la línea de fuerza "R" desciende y tiende a empujar el hombro hacia arriba, como se muestra en las figuras de la página siguiente.

Aunque este efecto sobre el hombro deba ser considerado al efectuar un análisis general, debe evitarse la modificación deliberada de la posición de la mano de arco o del tipo de empuñadura utilizada, con la sola intención de reducir las cargas del hombro, puesto que los beneficios obtenidos pueden ser ampliamente contrarrestados por la creación de ineficacias en la mano y en la muñeca de arco.

Expondremos más adelante la interrelación entre mano, muñeca y empuñadura, cuando lleguemos a la sección adecuada.

NOTA: Es interesante señalar que en la **Figura 3**, la resultante "R" es paralela a la flecha y, en un sistema en equilibrio, a cada fuerza le corresponde otra igual y opuesta. Por consiguiente, al soltar la cuerda, la fuerza recíproca de "R", pasando por el centro de gravedad del arco, lo empujará hacia delante siguiendo una trayectoria paralela a la inicial de la flecha (ver flecha "A" de la **Figura 3** del último apartado del capítulo 3). En las **Figuras 1 y 2**, las fuerzas recíprocas de "R" tendrán trayectorias inclinadas hacia arriba y desviarán el arco consecuentemente.



CARGA DEL HOMBRO DE ARCO (5)

Como en el apartado anterior, aunque las figuras de la página siguiente muestren un arco pectoral de tipo llano, los efectos que se describen son igualmente aplicables a cualquier otro tipo.

La posición vertical de la presión primaria aplicada a la cuerda con el arco tensado influencia en gran medida la dirección de la fuerza resultante "R" en relación con las articulaciones del hombro.

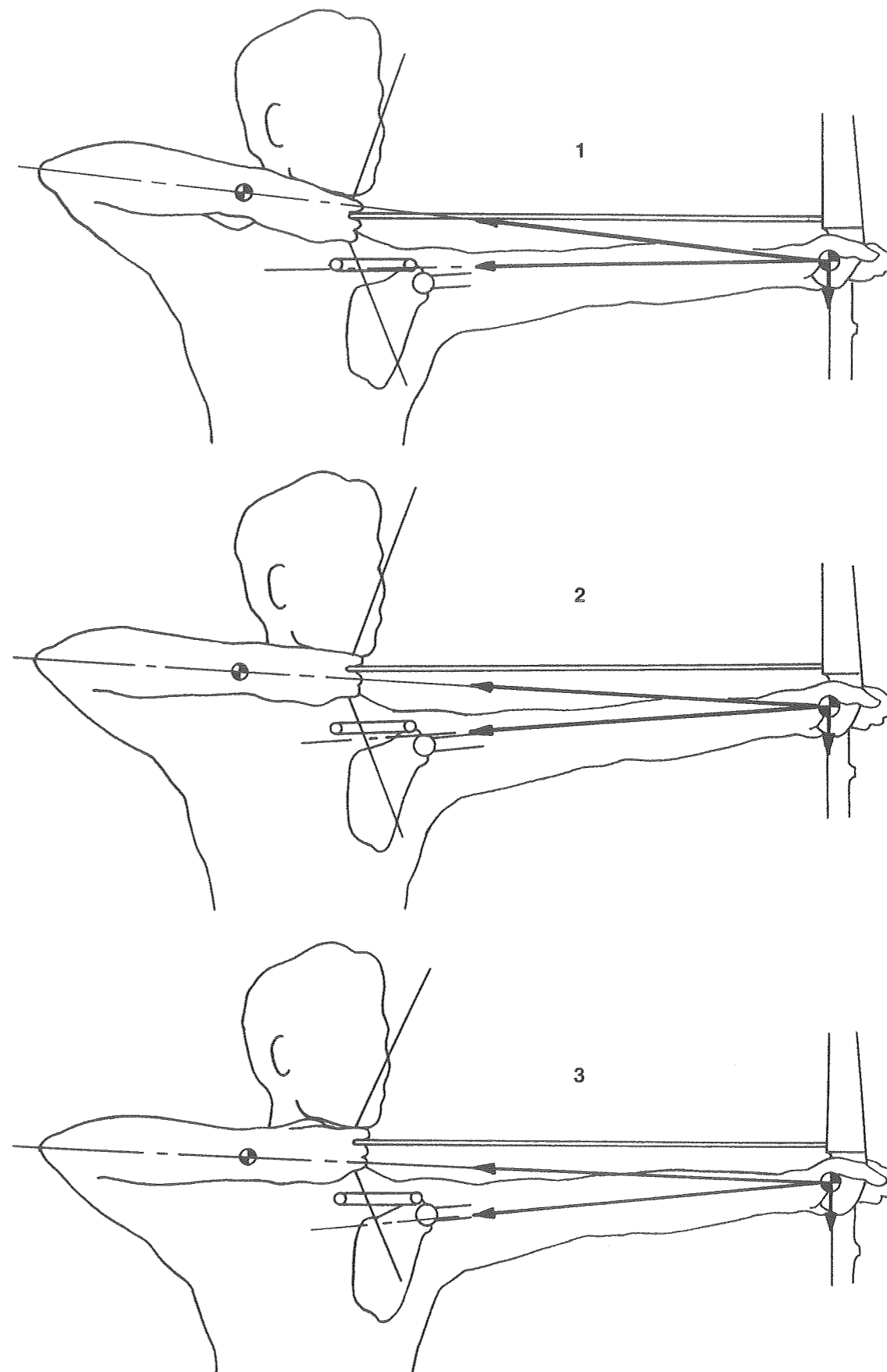
Si el ángulo de cuerda formado por el grosor de los dedos protegidos por la dactilera es de tal índole que los dedos de cuerda, la mano y la muñeca puedan gestionar el esfuerzo de apertura para generar la mayor eficacia anatómica posible, la posición de la fuerza aplicada será reproducible. Si no es el caso, se producirán irregularidades que no sólo afectarán a las reacciones de cuerda, arco y flecha, sino también a las cargas soportadas por las articulaciones del hombro de arco.

Cuando la presión principal es ejercida por el dedo índice, "R" actúa sobre una línea relativamente elevada con respecto a las articulaciones del hombro, y tiende a favorecer la permanencia del hombro en una posición baja y estable; si la presión primaria es ejercida por el dedo medio o anular, la línea de fuerza resultante "R" baja en una medida proporcional y tiende a subir el hombro, como queda ilustrado en las figuras de la página siguiente.

Comparando los cambios de ángulo de "R" mostrados aquí con los de las figuras del apartado anterior, representados a la misma escala, puede verse que las variaciones debidas al cambio de dedos son mayores que la producidas por modificación del punto de presión de la mano de arco. Si ambos fenómenos se presentan aleatoria o progresivamente, podemos imaginar fácilmente que se puedan combinar para que el ángulo de "R" presione el hombro hacia abajo o hacia arriba con la misma inconsistencia.

Por esa razón, es necesario eliminar las irregularidades de ambas manos independientemente de las relacionadas con el hombro y jamás alterarlas con la única intención de reducir las cargas aplicadas a las articulaciones del hombro.

Los dedos de cuerda, mano y muñeca serán examinados en el apartado pertinente.



CARGA DEL HOMBRO DE ARCO (6)

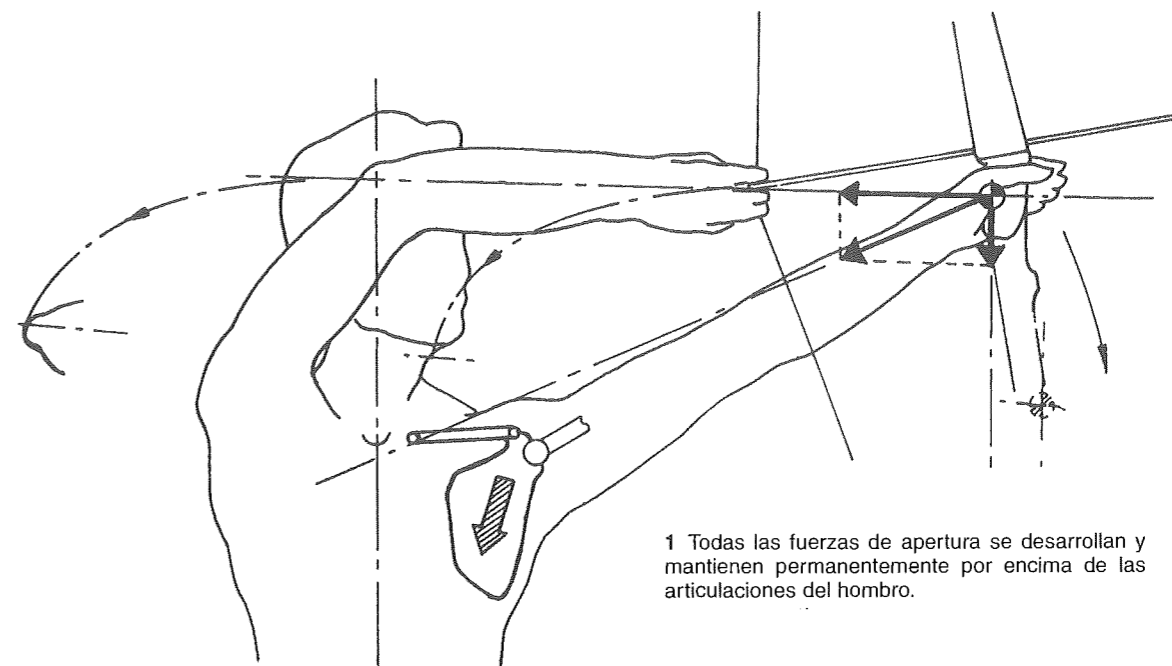
Hasta ahora sólo hemos considerado los efectos del esfuerzo de apertura y del peso físico del arco sobre las articulaciones del hombro, en posición de anclaje, porque en ese estado debe existir un equilibrio total que preceda la suelta. Pero para lograr la posición de anclaje, hay que levantar brazos y arco y separar las manos en direcciones distintas, a partir de una posición de descanso o preparatoria.

Las ilustraciones de la página siguiente muestran dos acciones de apertura parcialmente desarrolladas, comenzadas a dos niveles de altura distintos. En ambos casos la acción ha sido congelada al alcanzar un esfuerzo de apertura suficiente para sostener el arco apoyado únicamente sobre el punto de presión de la mano correspondiente, debidamente relajada. Por consiguiente ya se ha establecido una fuerza resultante "R" inicial y, en ese punto, la relación potencia/peso es de aproximadamente 1,4 a 1.

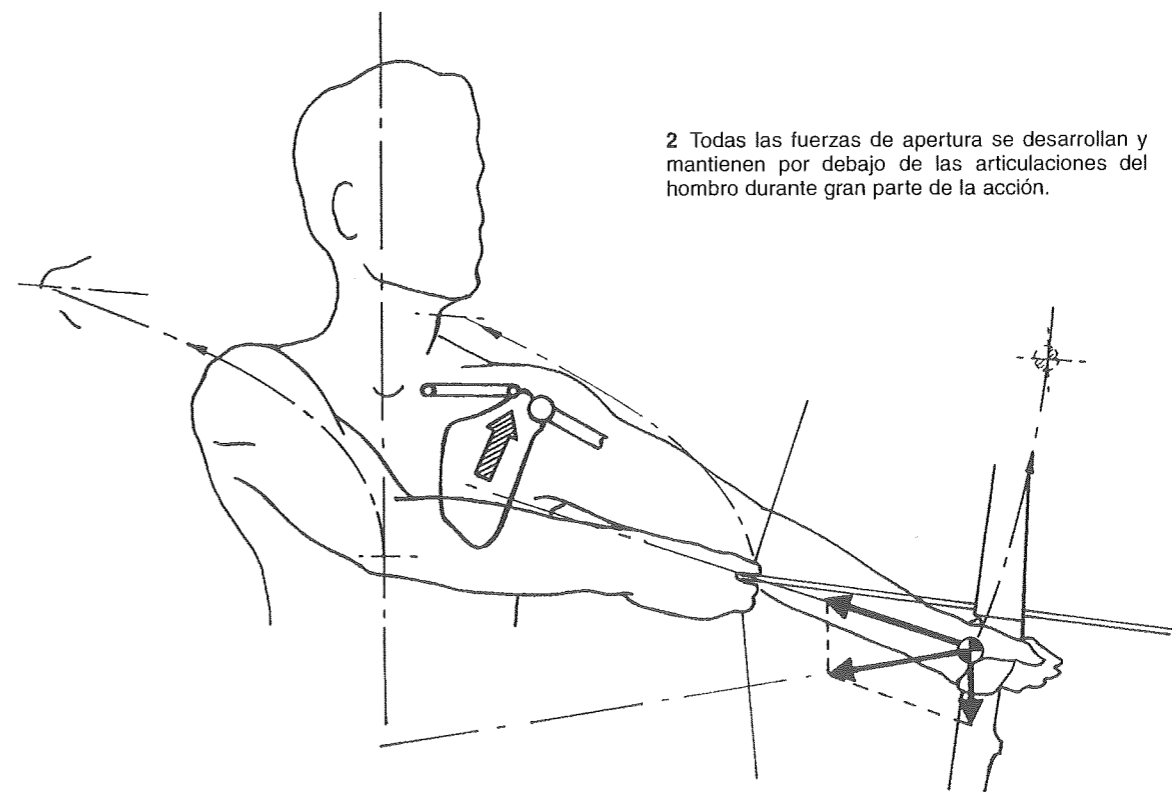
En la preparación en posición alta mostrada en la **Figura 1**, la línea de esfuerzo y la línea de fuerza resultante "R" se desarrollan y mantienen su acción permanentemente por encima de las articulaciones del hombro de arco. En esas circunstancias, "R" sólo se situaría por debajo de las articulaciones si se bajara demasiado el brazo de arco. La acción muscular causante de la apertura, analizada más adelante, está dirigida hacia abajo y, en cierto modo, es ayudada por la fuerza de gravedad. A partir de la posición inicial, la fuerza resultante "R" crece y se inclina hacia la horizontal, manteniendo permanentemente el hombro hacia abajo con poca o ninguna ayuda muscular complementaria. Si, además, el hombro ha sido llevado deliberadamente hacia abajo y atrás por esfuerzo muscular en la posición preparatoria, su acción se verá asistida y mantenida por "R", puesto que ambas fuerzas actúan en el mismo plano y dirección.

En la posición preparatoria baja mostrada en la **Figura 2**, la línea de esfuerzo y "R" se desarrollan y mantienen por debajo de las articulaciones del hombro durante gran parte del trayecto de apertura. Sólo la línea de esfuerzo llega a superar las articulaciones del hombro, a condición de que éstas no se hayan elevado previamente. En este caso, la acción muscular para abrir el arco y alinear el cuerpo está dirigida principalmente hacia arriba, contra la fuerza de gravedad, realizando también un esfuerzo lateral parcial y, como la acción muscular requerida para evitar que el hombro se alce está dirigida hacia abajo, se produce un cierto antagonismo entre ambos grupos musculares.

De estas consideraciones, junto con las observaciones generales acerca de la respiración expuestas en el capítulo anterior, se deduce que al tensar el arco a partir de una posición preparatoria alta no se producen antagonismos con la respiración espontánea. En cambio, al tensar el arco a partir de una posición preparatoria baja, crea un antagonismo muscular que, al respirar, puede provocar un estado tenso y discontinuo durante la fase de anclaje, a menos que se espire antes o mientras se apunta, cuando el cuerpo ya está sometido a una gran tensión.



1 Todas las fuerzas de apertura se desarrollan y mantienen permanentemente por encima de las articulaciones del hombro.



2 Todas las fuerzas de apertura se desarrollan y mantienen por debajo de las articulaciones del hombro durante gran parte de la acción.

CARGAS DE ESPALDA, HOMBRO Y BRAZO (1)

Para evitar que surjan problemas, no es necesario que las diferencias para pasar de la posición preparatoria "alta" o "baja" a la de anclaje sean tan acusadas como hemos expuesto en el apartado anterior.

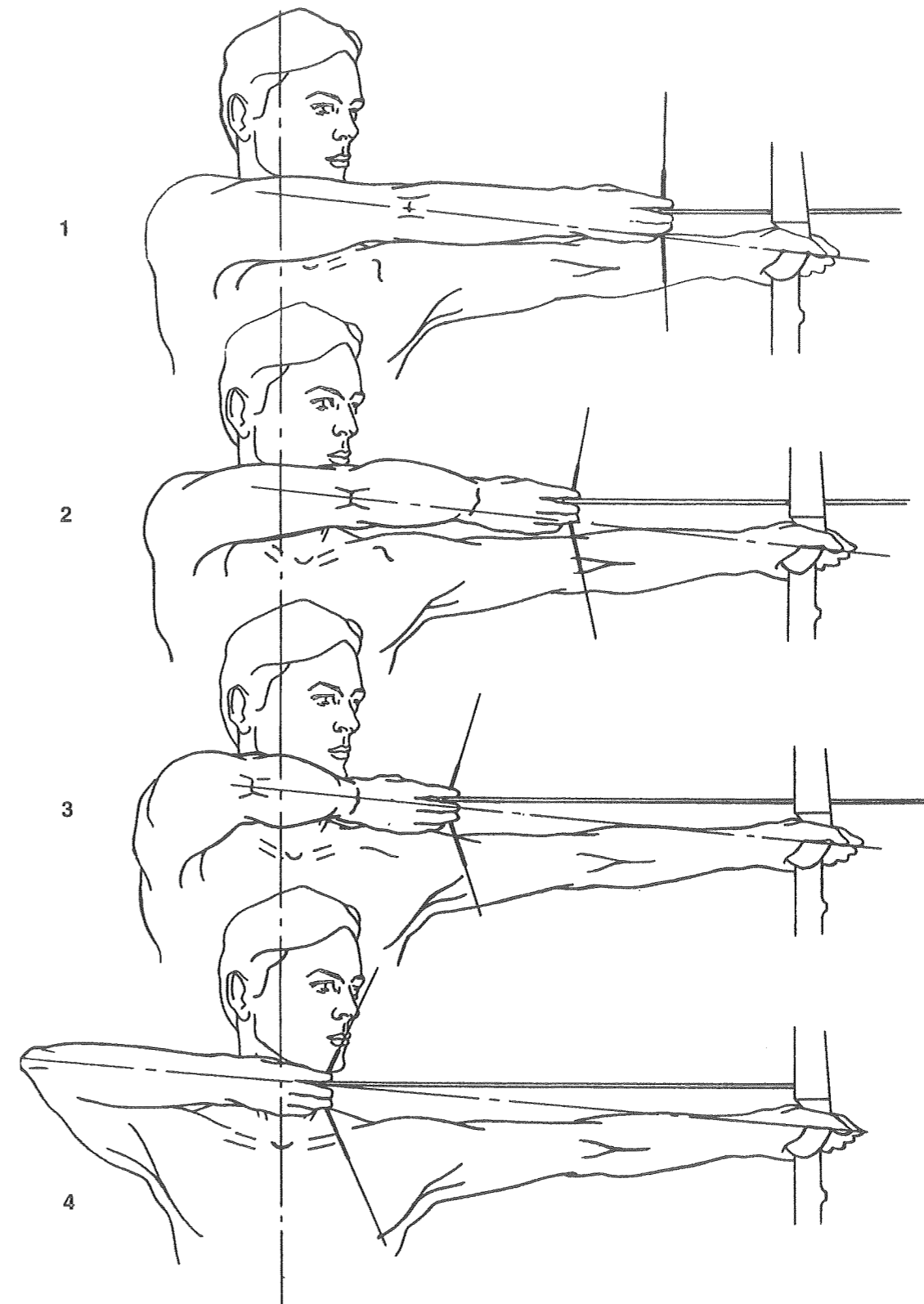
La secuencia de apertura mostrada lateralmente en las ilustraciones de la página siguiente y verticalmente en el próximo apartado, es conocida desde hace mucho tiempo bajo el nombre de "apertura en T". Requiere que la cara esté girada previamente en la dirección de tiro y las dos manos y arco levantados y extendidos en dirección a la diana. A partir de ahí, para completar la apertura y la alineación del cuerpo, la mano de cuerda es llevada hacia atrás hasta el punto de referencia en la cara, mientras se mantiene el visor permanentemente alineado con el centro de diana.

Esa alineación del visor desde antes de empezar a tensar crea un ángulo distinto de la elevación del brazo de arco con respecto a la posición vertical de la columna vertebral, a cada cambio de distancia y ajuste de visor, y será diferente para cada arquero y distancia a causa de sus respectivas estaturas, posición de sus ojos y punto de referencia de anclaje (ver segundo apartado del capítulo 4 "Observaciones generales acerca de problemas relacionados con la altura"). Exceptuando los arqueros de estatura muy baja o los sentados en silla de ruedas, la mayoría de los que intenten este estilo tendrán necesariamente una elevación de brazo demasiado baja, y la fuerza resultante "R" se desarrollará y mantendrá por debajo de las articulaciones del hombro durante todo el trayecto de apertura, al final del cual los músculos que mantienen el hombro en posición baja estarán rayando en el colapso o el hombro se elevará sin posibilidad de recuperación por fuerza muscular, en posición de anclaje.

Durante el estudio de articulaciones, acciones del cuerpo y cargas involucradas en la apertura del arco, la perspectiva del entrenador o de cualquier otro observador se halla limitada, hasta cierto punto, por estar de pie al mismo nivel que el arquero estudiado, y sólo puede imaginar los aspectos que únicamente se perciben desde un punto de observación elevado a partir de la información obtenida en la observación, frontal, trasera y lateral.

La vista lateral de la secuencia de "apertura en T" que muestra la ilustración de la página siguiente, parece bastante buena porque la acción es percibida como ocurriendo y desarrollándose a lo largo de la línea de tiro, con la vista constantemente fija en el amarillo. Observando la línea de tiro desde atrás y por encima del hombro de cuerda, todo continúa pareciendo normal: la posición del arco es vertical y dirigida al centro de la diana, la cabeza permanece erguida y estable, la mano de cuerda viene recta hacia atrás hasta el punto de referencia en la cara y el codo se desplaza momentáneamente hacia el exterior, para alinearse de nuevo con la línea de tiro.

En el próximo apartado, veremos una imagen completamente distinta de esta apertura y de los errores que puede generar.



CARGAS DE ESPALDA, HOMBRO Y BRAZO (2)

En esta vista superior de la "apertura en T", sólo la cabeza y los pies se mantienen inmóviles en todos los planos de movimiento y en relación con la diana, mientras se tensa el arco. La mano de arco, el arco y la cuerda se separan moviéndose en el plano de tiro y a lo largo de la línea de esfuerzo de apertura deseada, mientras que todo el resto del cuerpo, de los tobillos hasta la base de la cabeza, gira sobre el eje del plano horizontal que, en este caso, corresponde al eje vertical del cuerpo.

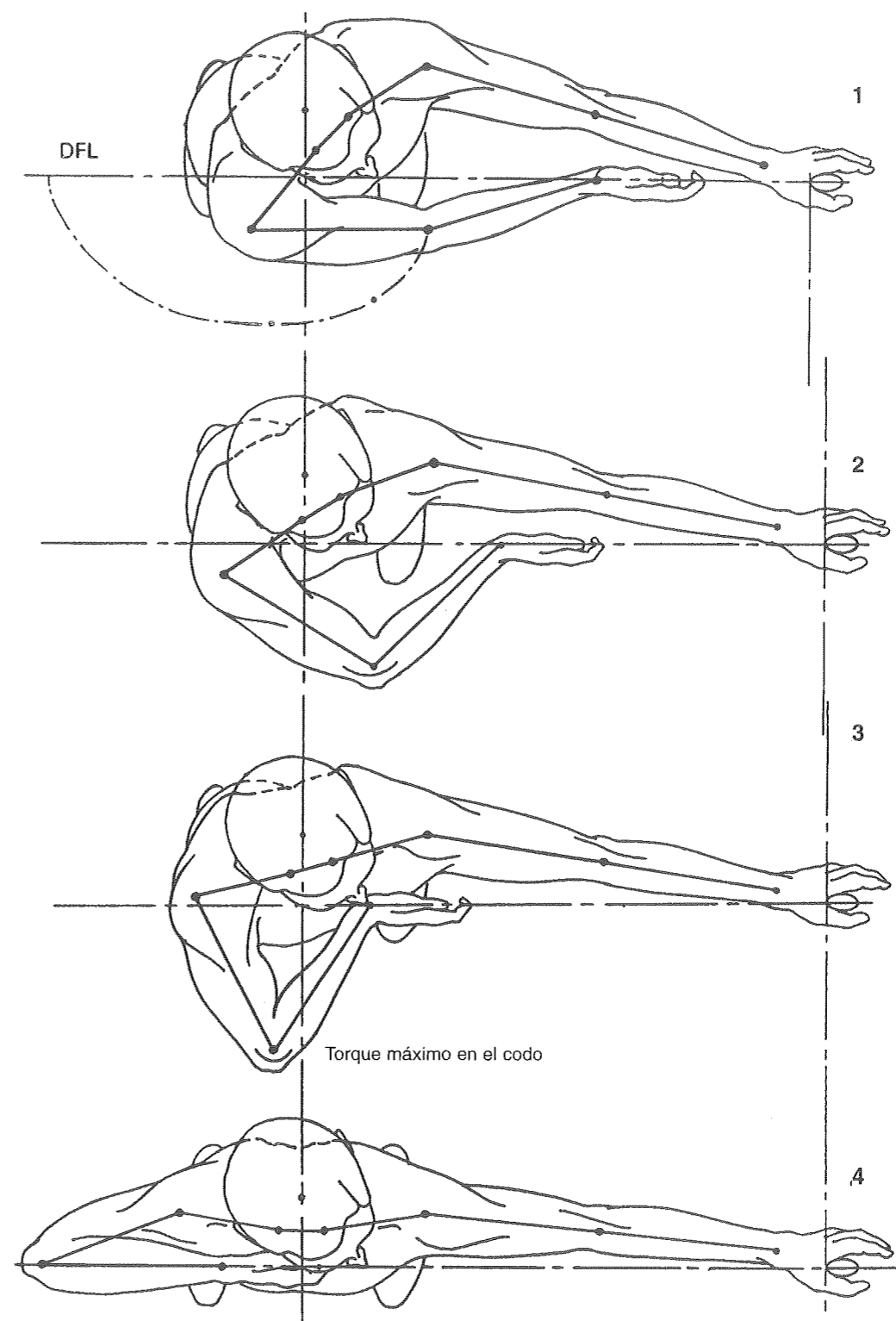
Casi todos los músculos utilizados son empleados en realinear rodillas, caderas, torso, hombros, brazos y en mantener la cabeza inmóvil, mientras otros pocos de los antebrazos conservan la alineación de las manos. Algunos músculos de la espalda, hombros y brazo de cuerda cumplen, además, el doble cometido de tensar el arco hasta que la carga total es transferida a sólo espalda y hombros. A todo lo largo de la realineación de apertura, la línea de esfuerzo únicamente se extiende hasta la muñeca de la mano de cuerda y sólo llega a pasar por la articulación del codo de cuerda cuando toda la acción se completa satisfactoriamente. La puesta en acción de los músculos que intervienen en la apertura es secuencial: entre las Figuras 1 y 2, se comparten los músculos de hombro y brazo de cuerda, pasando el esfuerzo progresiva y proporcionalmente al brazo en la Figura 2 y tuerce al máximo el codo de cuerda en la Figura 3. Entre las Figuras 3 y 4 la carga de apertura se transfiere progresivamente de nuevo a los hombros.

Durante esta acción en el lado de tracción de la cuerda, el lado de sujeción del arco se mueve y realinea simultáneamente, requiriendo que algunos de los músculos ya involucrados en la sujeción del arco modifiquen su función ayudando a realinear y contribuyan a la apertura. Entretanto, los músculos que mantenían el hombro de arco estabilizado hacia abajo también deben realinearse, conservando su función primaria.

Con toda esa cantidad de modificaciones de acción muscular en la parte superior del cuerpo, hombros y brazos, combinadas con la puesta en marcha de musculatura en la parte inferior del cuerpo, para alinear rodillas, caderas y torso, es muy poco probable que se completen correctamente todas las secuencias o que lo hagan repetitivamente de un tiro a otro.

Nota referente a equilibrio

Dado el considerable movimiento provocado en el plano horizontal con respecto al eje vertical, se producirán cambios en el centro de gravedad del cuerpo con respecto al plano medio y al plano de tiro, como veremos en el próximo capítulo.



CARGAS DE ESPALDA, HOMBRO Y BRAZO (3)

En las páginas e ilustraciones precedentes hemos explorado varios aspectos de la parte superior del cuerpo o unidad de fuerza, así como las cargas que le son impuestas por el peso físico del arco y el esfuerzo de apertura, por medio de la fuerza "R" resultante de ambos, a fin de tener una idea clara de su efecto sobre el arco pectoral.

También hemos mostrado que:

Las acciones de elevar y bajar los brazos lateralmente coincide con la aspiración y espiración respectivamente.

El antagonismo muscular ocurre cuando se levantan los brazos y se espira al mismo tiempo o se bajan los brazos y se inspira simultáneamente.

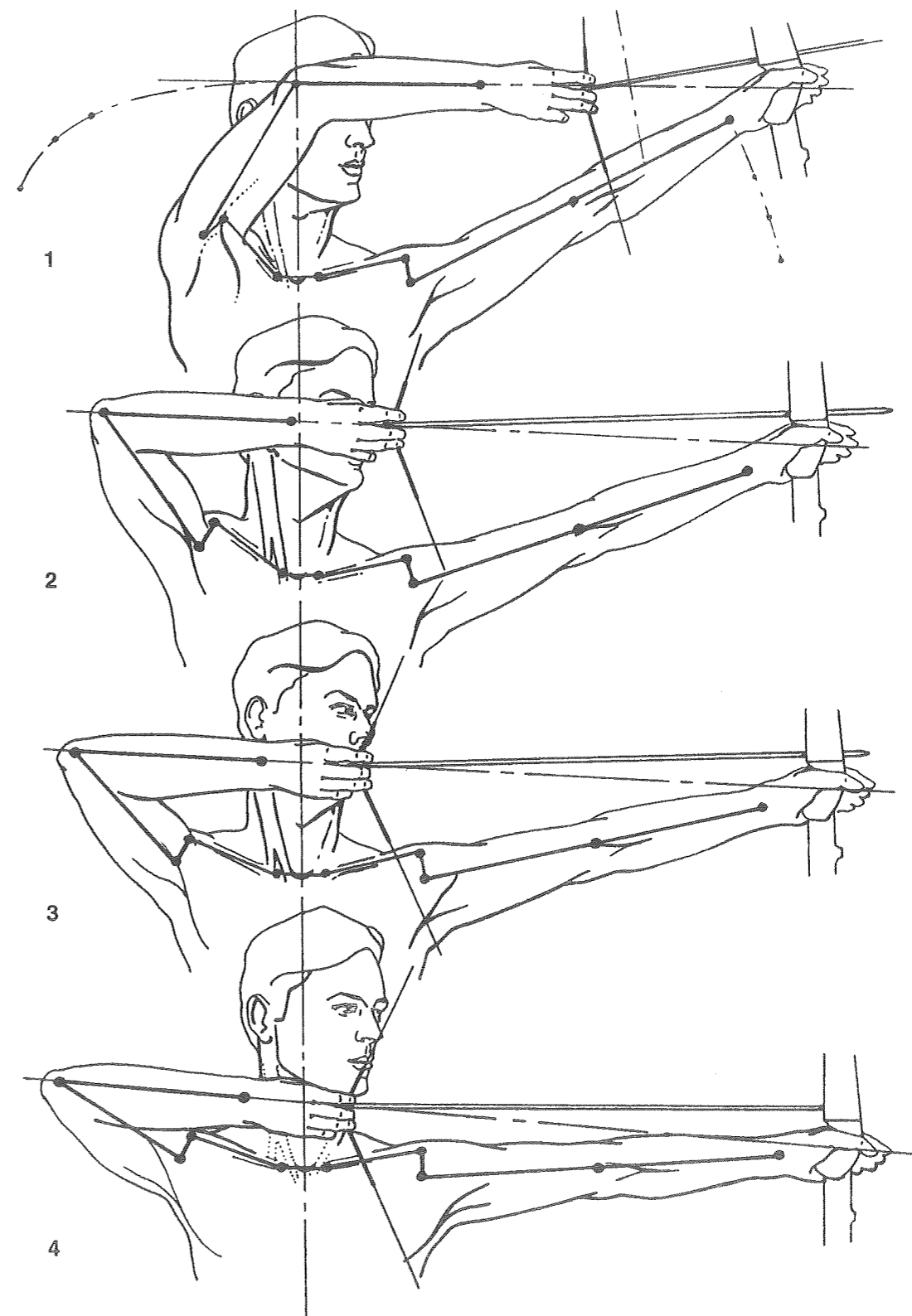
La inspiración está asociada a la tensión, mientras que la espiración predispone el cuerpo a la relajación.

Observar una técnica únicamente desde los planos medio y de tiro, sin considerar qué acciones podrían ser observadas mejor desde un plano elevado, puede proporcionar análisis inexactos.

Ya hemos visto las ventajas de establecer la carga de apertura por encima de la línea de hombro, consiguiendo con ello que el conjunto del arco pectoral tienda a ser forzado hacia abajo y hacia la columna vertebral; esa acción se implementa al bajar ambos brazos y la articulación interna de la clavícula, al tiempo que se expulsa aire de los pulmones hasta un nivel confortable y prolongado. La apertura de arco a partir de una posición preparatoria "alta" puede ser estudiada con el mismo detalle que hemos acordado a la "apertura en T"; las figuras de la página siguiente y las del próximo apartado muestran una secuencia de tiro similar a la expuesta en los dos apartados anteriores, referentes a la "apertura en T".

A partir de una posición primaria, en la que se respira normalmente, el cuerpo está relajado, la flecha encajada en la cuerda y apoyada sobre el reposaflechas, con los dedos colocados en la cuerda, se inicia la acción de apertura girando la cabeza en dirección a la diana acompañando el gesto con una espiración; a continuación, mientras se inspira, se levantan los brazos y el arco a lo largo del plano de tiro hasta la altura de los ojos o algo por encima, ocultando la diana (**Figura 1** adjunta).

Con un volumen de aire en los pulmones cercano a un estado confortable, indicado por una ligera presión en la parte superior del pecho, se empieza a tensar el arco, manteniendo en el plano de tiro todas las acciones implicadas: los brazos descienden al unísono, el de arco bajando hacia la alineación con la diana, mientras el codo de cuerda dibuja un arco hacia atrás en su descenso y la cabeza se mantiene ligeramente ladeada y relajada, fuera de la trayectoria de la mano de cuerda; durante ese lapso de tiempo, se permite que el aire escape por la nariz lenta pero continuamente. Cuando la mano de cuerda sobrepasa el nivel de boca y barbilla en su camino hacia el lado expuesto de la garganta, la cabeza regresa a su posición natural encima de la mano de cuerda, con el ojo director detrás de la cuerda; al llegar a ese punto, la expulsión de aire ha reducido la capacidad pulmonar a un nivel de comodidad que permite apuntar prolongadamente en un estado de perfecta relajación. Se ha completado la apertura, como se muestra en la **Figura 4**.



CARGAS DE ESPALDA, HOMBRO Y BRAZO (4)

Vistas desde arriba, las figuras de la página siguiente complementan las del apartado anterior.

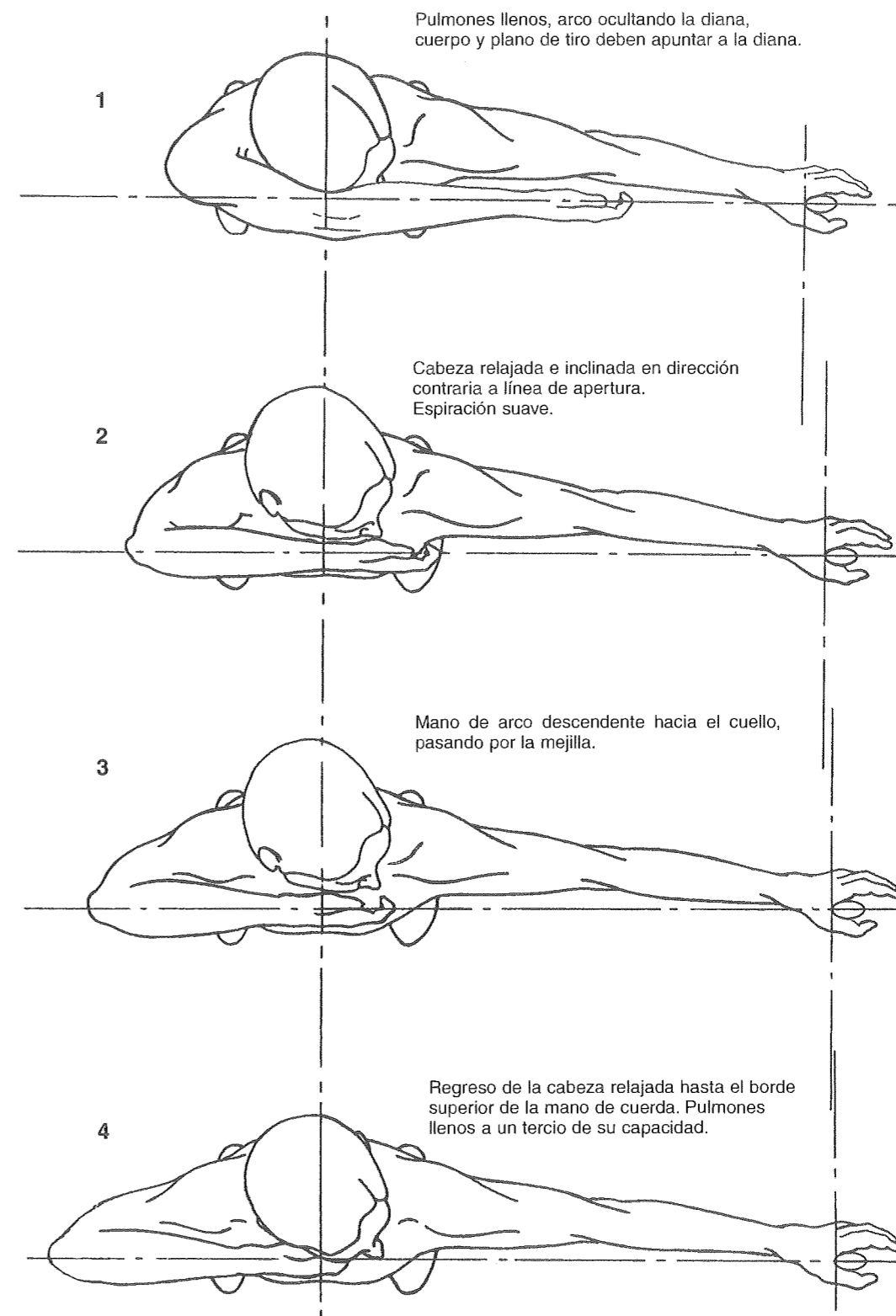
Podremos comprobar que, desde esa perspectiva, todas las acciones de apertura y músculos involucrados se sitúan en el plano de tiro, sin rotación de hombros, torso, caderas ni articulaciones de las rodillas. El movimiento de la cabeza, fuera de la trayectoria de la mano de cuerda, conserva relajados los músculos de cabeza y cuello y el hecho de ocultar la diana durante la acción de apertura tiene como consecuencia la confirmación de que se está enfrente de la diana, que aparecerá, como se espera, al completarse la apertura. De un modo general, todos los componentes de esta acción maximizan el rendimiento de la misma utilizando una secuencia de respiración acorde con la acción muscular, asistida por la fuerza de gravedad y con una pauta de aplicación completamente natural.

Comparando esta acción con la de "apertura en T", en la que la mayor parte de la carga y apertura ocurren hacia el final de la acción (cuando el arquero deberá estar llegando a un estado prolongado de relajación mental y corporal), el mayor trayecto de apertura en el presente caso se completa en la **Figura 2**. Se ha llegado a esa posición por el movimiento uniforme hacia atrás de la mano de cuerda y hacia delante de la mano de arco, gracias a la presión ejercida por los brazos en su descenso desde la posición inicial. Como la resultante "R" se desarrolla y mantiene por encima del arco pectoral, el hombro de arco permanece bajo y hacia atrás. La carga de apertura se inicia y se mantiene por la acción de los músculos dorsales y pectorales tirando hacia abajo, junto con los músculos necesarios para la espiración; de este modo, no se bloquean los músculos solicitados en la espalda, cuello y hombros, debiendo cumplir una misión doble.

Como la acción que desarrolla la apertura se encuentra en el plano de tiro y sólo se solicita la acción de músculos que actúan eficazmente en ese plano, toda la acción puede ser confirmada por la observación desde los planos medio y de tiro, sin necesidad de verificar lo que ocurre observando desde una posición elevada o imaginándolo.

También deben considerarse:

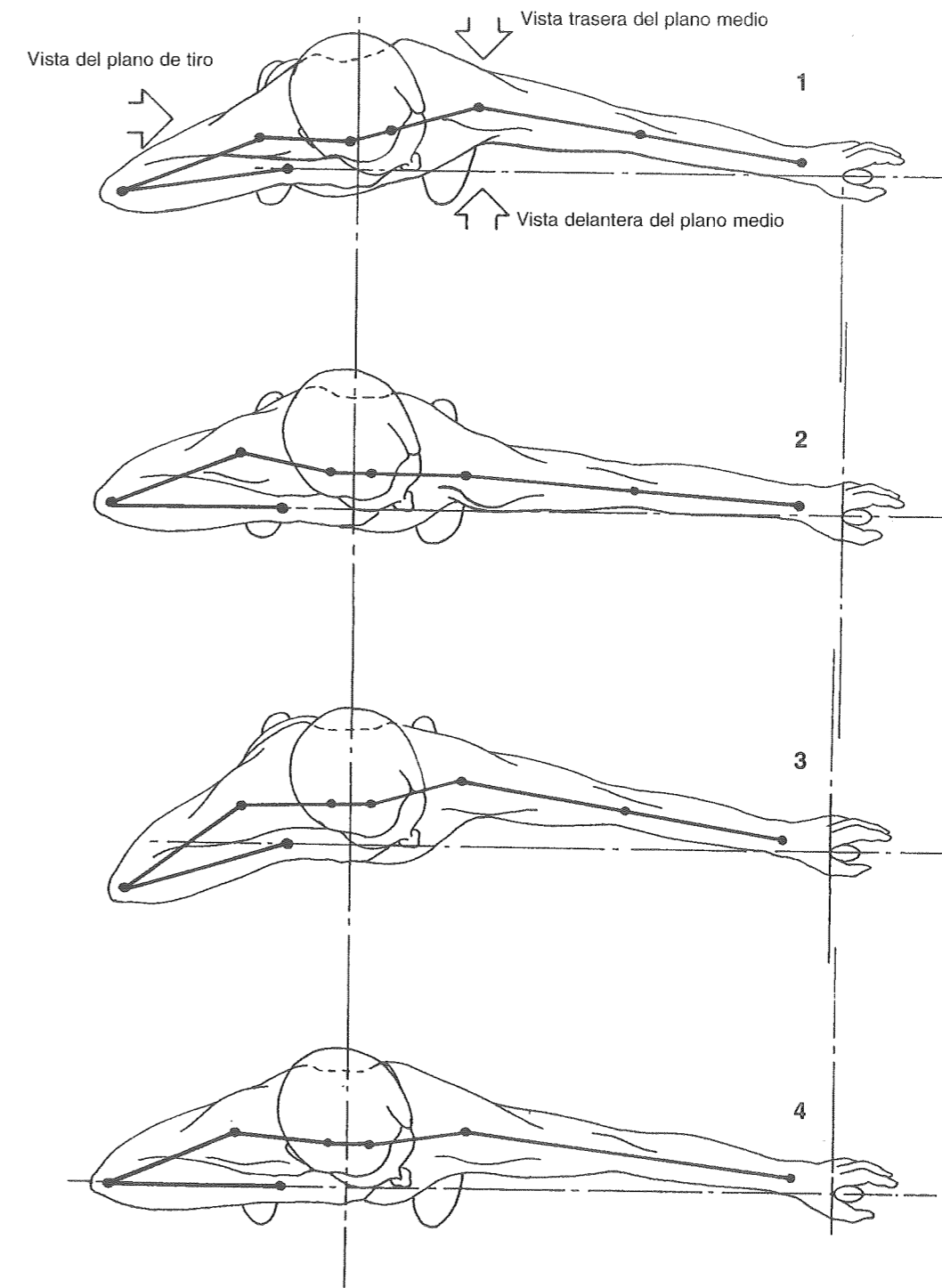
La alineación del cuerpo con la diana (parte de la unidad de soporte).
La participación del ojo dominante y de la cabeza (parte de la unidad de confirmación).
Ambos factores serán expuestos más adelante en el correcto orden de importancia.



CARGAS DE ESPALDA, HOMBRO Y BRAZO (5)

Tras haber descrito e ilustrado la secuencia de acciones que llevan a la posición de anclaje para la "apertura en T", y haberla comparado a la apertura con inicio en posición alta (parecida pero más eficaz), no sería correcto seguir con otros temas sin haber expuesto ejemplos de las faltas típicas que pueden cometerse empleando una técnica de apertura con movimientos de rotación sobre el eje vertical del cuerpo. Pueden pasar desapercibidas y no llegar a analizarse si las observaciones se limitan a los planos medio y de tiro. Como dijimos anteriormente, con tantas realineaciones de rotación que deben realizarse durante una "apertura en T", es poco probable que se ejecuten todas eficazmente; además, cualquiera que sea la perfección alcanzada en las realineaciones, la mano de arco parará su acción para tomar contacto con el punto de referencia en la cara, en los casos siguientes:

1. El torso y la cabeza paran sus rotaciones de alineación prematuramente, impidiendo que el hombro de arco alcance su alineación correcta. El brazo y hombro de cuerda intentan completar la apertura, pero en cuanto mano y cara entran en contacto, la acción se hace innecesariamente lenta hasta que se localiza el punto de referencia exacto, dando como resultado que la apertura no sea completa, la carga no se transfiera a la espalda y se desequilibra todo el sistema.
2. La mano y hombro de cuerda giran inicialmente, pero luego se paran; el tronco y el brazo de arco intentan realizar la apertura completa, giran demasiado y colocan el hombro de arco, brazo y antebrazo en la trayectoria de la cuerda. Resultado: la longitud total de apertura se alcanza mediante una extensión excesiva del brazo de arco, la carga no se transfiere a la espalda y se desequilibra todo el sistema.
3. El hombro de arco llega a realinearse casi completamente, pero se para; el brazo de cuerda acerca prematuramente el brazo y antebrazo, mientras el hombro deja de girar y la cabeza se mueve hacia fuera, sobre los pies, intentando tocar la cuerda con el punto de referencia. Resultado: la apertura no es completa, la carga no es transferida totalmente a la espalda y no se llega a equilibrar el sistema.
4. Casi correcto. El tronco y el resto del cuerpo se han alineado previamente, con el peso del cuerpo apoyado en los talones. Por consiguiente, la cabeza se desplaza hacia fuera sobre el pecho para tomar contacto con la mano de cuerda. Resultado: aunque la carga no se transfiera totalmente a la espalda, se distribuye razonablemente en partes iguales a ambos lados y se logra la distancia de apertura correcta; la posición de la cabeza, combinada con algo de antagonismo entre los músculos de cuello y hombros, puede causar tensión en el cuello.



CARGA UNIFORME DE COLUMNA Y MUSCULATURA (1)

De vez en cuando se ven artículos en libros y revistas que describen el tiro con arco como un deporte asimétrico que aplica cargas musculares laterales y desiguales sobre la columna vertebral, provocando su curvatura sobre un lado u otro.

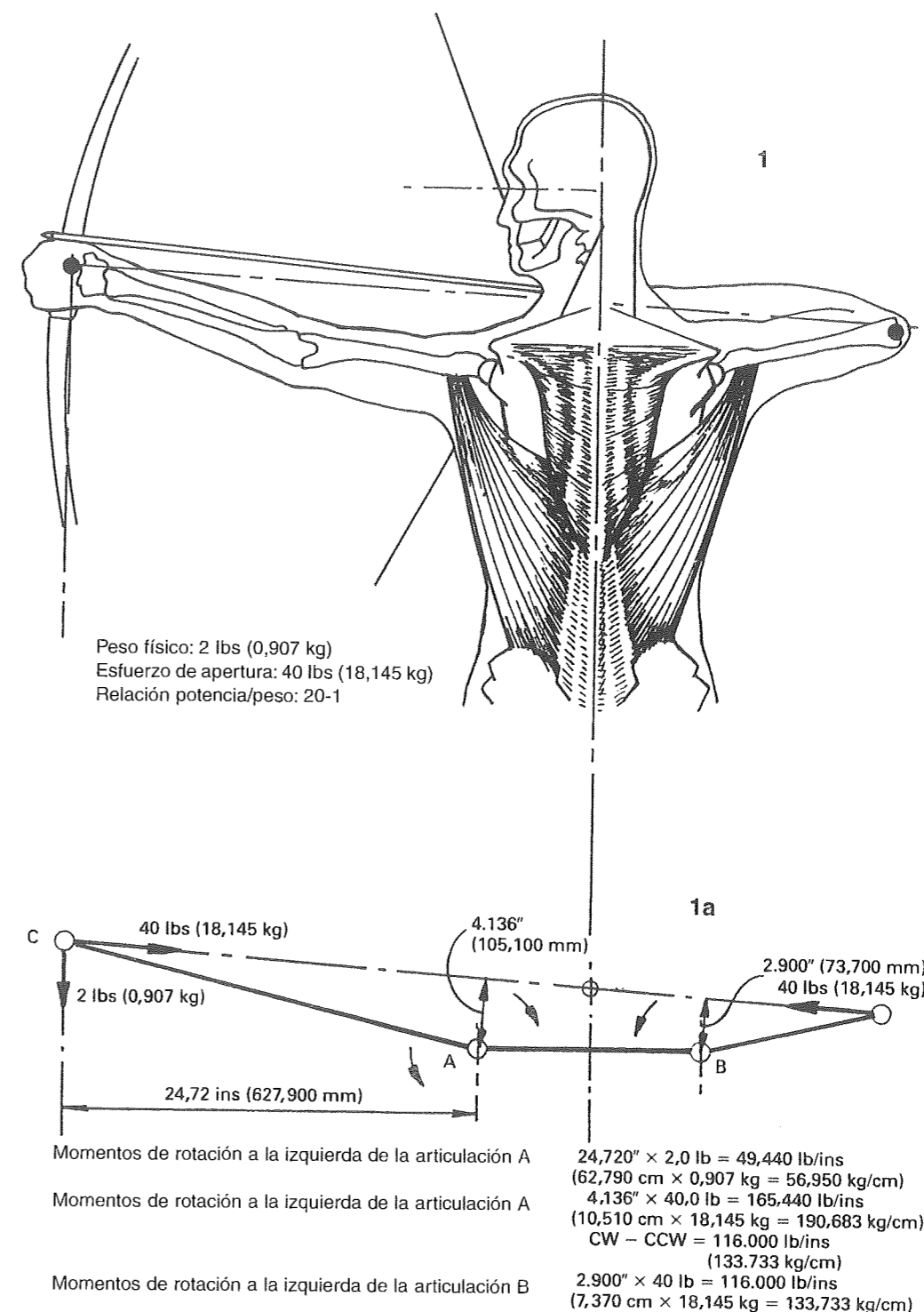
Naturalmente, si existiese una técnica de tiro que fuese simétrica en términos de fuerza muscular y contracción, con los huesos y articulaciones de los arcos pectorales colocados simétricamente y equilibrados en todos los planos de movimiento, sería muy eficiente.

Hemos utilizado a título de ejemplo la apertura con inicio en posición alta, porque se sirve de los grandes músculos dorsales para desarrollar y mantener la apertura únicamente en el plano de tiro y está ayudada por la acción natural y rítmica de la respiración. A partir de ella, hemos confeccionado un modelo matemático de tal técnica con apertura en posición de anclaje, en la que el equilibrio es esencial.

Para empezar y utilizando las proporciones del "hombre estándar", hemos dibujado la estructura simétrica de un arquero en cuanto a huesos, músculos y articulaciones se refiere, con punto de referencia facial bajo el maxilar inferior (mostrado en la **Figura 1**).

A continuación, utilizando un esfuerzo de apertura de 40 libras (18,145 kg), hemos dibujado un diagrama de fuerza a la misma escala, al que hemos añadido las distancias que separan las articulaciones de ambos hombros, calculadas a la perpendicular de la línea de esfuerzo (**Figura 1a**). Calculando los momentos de rotación a la izquierda de la articulación "B" y los momentos de rotación a la derecha de la articulación "A", la resultante (carga vertical en "C"), calculada sustrayendo los momentos de "B" de los de "A", nos da un momento de rotación a la izquierda de 49,44 libras/pulgada (56,950 kg/cm) que, dividido por la distancia desde el componente vertical de "C" a la articulación "A", nos da un peso de 2 libras (0,907 kg) para "C".

Las premisas y resultados se muestran adjuntos a las **Figuras 1 y 1a** y establecen que, usando un arco con una relación potencia/peso de 20 a 1, se puede conseguir esta alineación simétrica de apertura a punto de anclaje. Aplicando esa proporción a los esfuerzos de apertura medios para hombres y mujeres, obtenemos para los hombres una potencia media de 42 libras con un peso de 2,1 libras (0,952 kg) en la mano de arco, mientras que para las mujeres los mismos parámetros darían 34 libras de potencia y un peso total de 1,7 libras (0,453 kg) en la mano de arco. Estas cifras serían perfectamente aplicables a todos los arcos fabricados hasta mediados de la década de 1970, cuando empezaron a aparecer los arcos desmontables con cuerpos de arco más pesados y se popularizó el uso de estabilizadores. Todos los anteriores (longbows, arcos llanos, arcos de acero y otros modelos más antiguos de arco recurvo de una sola pieza) que presentaban relaciones de potencia/peso entre 20 a 1 hasta 30 a 1 y superiores, podían ser utilizados simétricamente; los de menor potencia presentaban un peso físico tan reducido que su efecto sobre el hombro de arco era inapreciable.



CARGA UNIFORME DE COLUMNA Y MUSCULATURA (2)

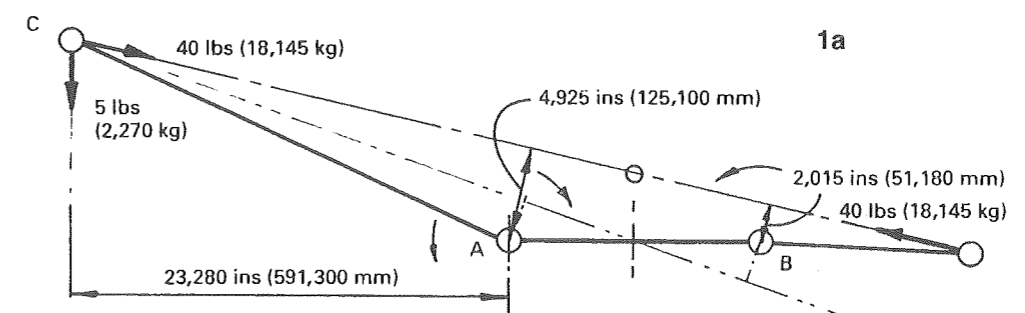
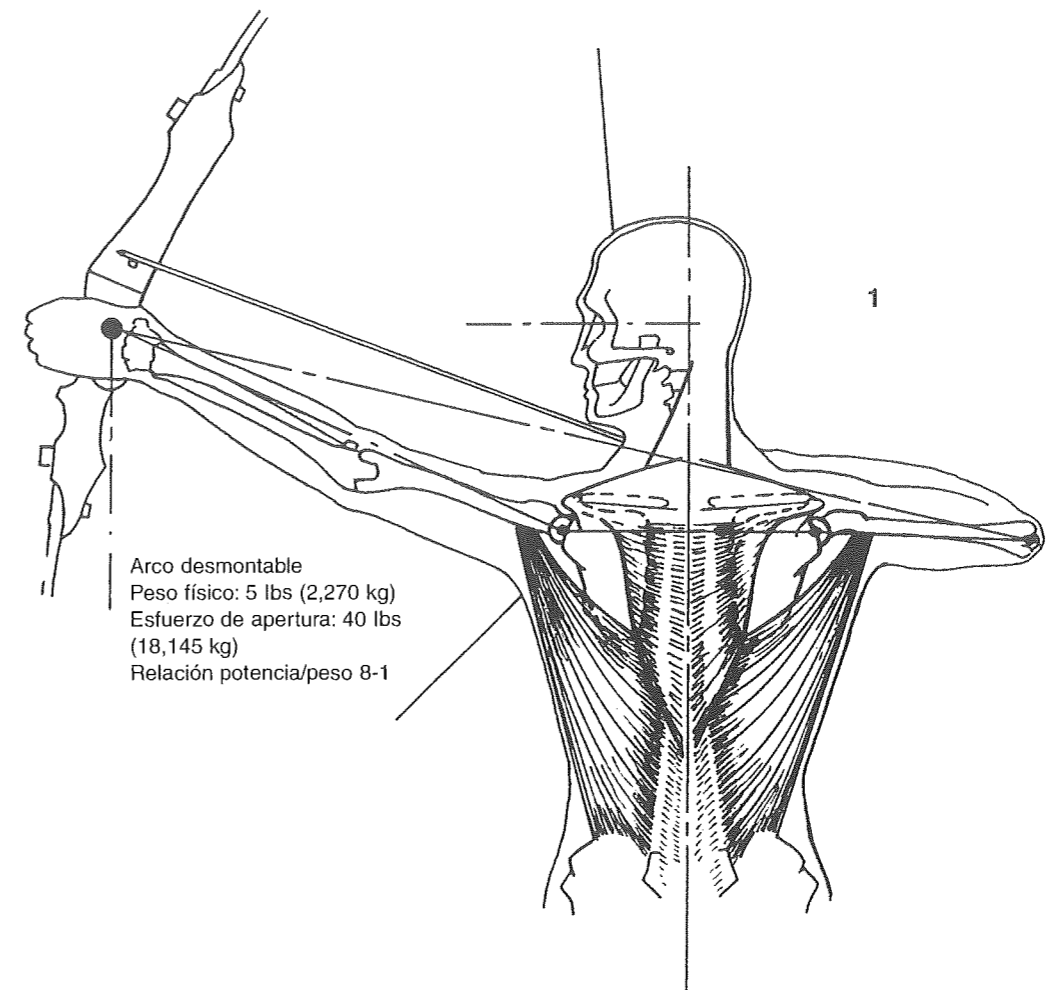
Como hemos visto en el apartado anterior, se puede obtener una posición simétrica respecto a las cargas en huesos, articulaciones y musculatura de la unidad de fuerza utilizando un arco con una relación potencia/peso de 20 a 1 o mayor. Las proporciones requeridas para el arquero eran las estándares para personas de corpulencia media, lo cual era perfectamente razonable. El ángulo simétrico de ambos brazos estaba dictado por la necesidad de proporcionar una referencia en la línea de mandíbula, también adecuada, y escogimos una potencia de 40 libras (18,145 kg) en tanto que promedio razonable. Mediante cálculo, obtuvimos un peso físico de 2 libras (0,907 kg) para el arco, completamente correcto para longbow y similares. En cambio, utilizando el mismo diagrama y los mismos criterios, pero seleccionando un peso físico de arco de 5 libras (2,270 kg), razonable para un arco medio moderno con estabilizadores, sólo podemos conseguir una relación potencia/peso de 20 a 1 con un esfuerzo de apertura de 100 libras (45,360 kg), totalmente irrazonable.

Hemos realizado el mismo ejercicio con un peso de arco de 5 libras y un esfuerzo de apertura medio de 40 libras, ambos razonables, pero como era obvio que algo debía ser asimétrico, hemos mantenido el anclaje con punto de referencia bajo mandíbula, pero hemos relegado a un segundo orden de importancia la necesidad de mantener la misma fuerza muscular en ambos lados del cuerpo. La ilustración de la página siguiente muestra la alineación corporal resultante.

El dibujo representa la posición más cercana a la simétrica que puede obtenerse con un arco cuya relación potencia/peso sea de 8 a 1. Como puede observarse, los únicos puntos simétricos son las posiciones de los huesos y articulaciones de los arcos pectorales, así como la fuerza y contracción del músculo trapecio inferior con respecto a la carga del dorsal ancho, aunque la contracción de ambos sea asimétrica. Queda patente que la elevación de toda la unidad de tiro es demasiado alta para ser utilizada en tiro práctico sobre diana, y la alineación de cabeza y ojos con respecto a arco y cuerda obligarían a forzar al extremo de lo posible la posición de la parte superior de la columna vertebral y músculos asociados.

Existe, además, otra incompatibilidad: dado que el arco moderno de competición desarrolla una gran eficacia, la trayectoria de la flecha es más llana y, consecuentemente, la elevación de arco debe ser más baja y no más alta. Por lo tanto, la alineación de cuerpo y elevación de arco mostradas en la ilustración de la página siguiente son opuestas a las requeridas, e inutilizables.

Por consiguiente, como el moderno tiro con arco sobre diana es un compromiso entre el uso de material altamente eficaz (pero con un peso físico muy alto) y un estilo de tiro que tiene que ser ineficaz por necesidad, es correcto afirmar que el tiro con arco moderno sobre diana es una actividad asimétrica. Pero no todo el tiro con arco lo es necesariamente.



Momentos de rotación a la izquierda de la articulación A $23,800'' \times 5,0 \text{ lb} = 116,400 \text{ lb/ins}$
 $(59,130 \text{ cm} \times 2,270 \text{ kg} = 134,230 \text{ kg/cm})$

Momentos de rotación a la izquierda de la articulación A $4,925'' \times 40,0 \text{ lb} = 197,000 \text{ lb/ins}$
 $(12,510 \text{ cm} \times 18,145 \text{ kg} = 227,000 \text{ kg/cm approx})$
 CW - CCW = 80.600 lb/ins
 $(92,800 \text{ kg/cm})$

Momentos de rotación a la izquierda de la articulación B $2,015'' \times 40,0 \text{ lb} = 80,600 \text{ lb/ins}$
 $(5,118 \text{ cm} \times 18,145 \text{ kg} = 92,800 \text{ kg/cm approx})$

CARGA UNIFORME DE COLUMNA Y MUSCULATURA (3)

Antes de abandonar la parte superior del cuerpo y hombros para pasar al análisis de otras áreas de la unidad de fuerza, es conveniente que consideremos el uso uniforme de la musculatura dorsal durante la apertura de arco, en relación con la unidad de puntería, eludiendo el antagonismo muscular y otros problemas.

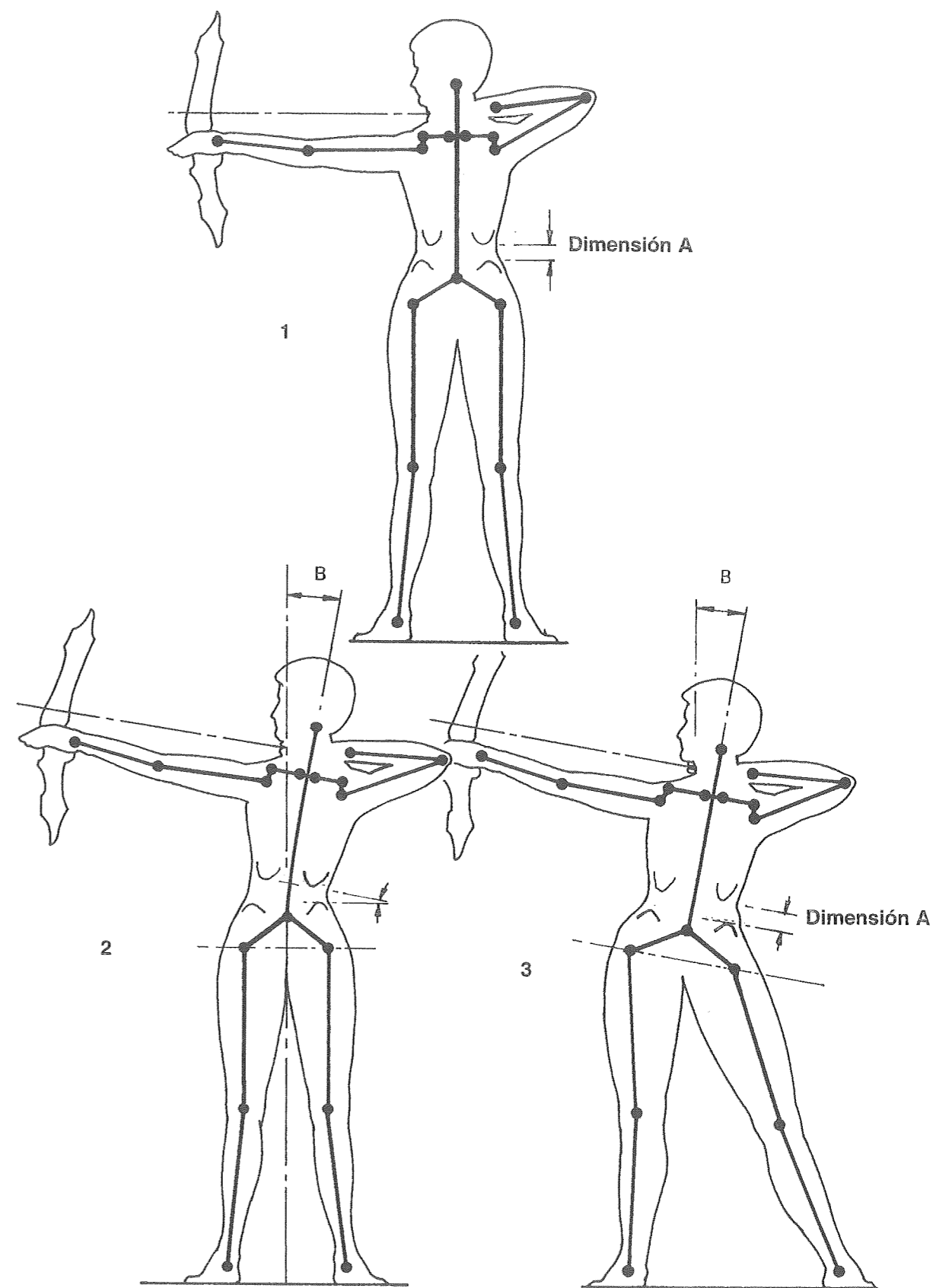
Actualmente, la enseñanza acerca de las posiciones de la unidad de puntería es algo vaga, pero recomienda que se obtengan mediante flexión de cintura, hacia delante para perder altura o hacia atrás para ganar elevación de arco y visor.

Los dibujos adjuntos muestran varios esquemas de la arquera descrita en el segundo apartado del capítulo 4 de este libro. En la **Figura 1** se supone que se ha ejecutado una apertura eficiente y que los huesos, articulaciones y músculos de espalda y hombros han adquirido una posición lo más simétrica posible. Los principales músculos de la espalda involucrados en esta posición son los dorsales anchos, que conectan la columna vertebral y la pelvis al hueso del brazo (húmero), manteniendo los bordes inferiores de la caja torácica separados y paralelos a los bordes superiores de la pelvis (dimensión "A").

Si la acción de la unidad de puntería se realiza flexionando la cintura en un ángulo "B" (**Figura 2**), el borde inferior del lado derecho de la caja torácica se acerca a la pelvis, produciendo sensación de molestia al comprimir vestiduras y cinturón contra la estructura carnosa de la cintura. No obstante, el mayor inconveniente de esta postura es que, debido al ángulo que debe formar la columna vertebral inmediatamente por encima de la pelvis, se modifica la longitud de los dorsales anchos, situados a ambos lados de la columna vertebral, mientras mantienen la carga de apertura, creando una situación cercana al antagonismo muscular que destruye la simetría de apertura original y reduce notablemente la eficiencia.

Una alternativa a esa postura de la unidad de puntería es la presentada en la **Figura 3**, en la que, aumentando la distancia entre los pies, la pelvis es desplazada en dirección a la diana ayudada por músculos de las piernas que la inclinan al mismo tiempo que la columna vertebral, manteniendo inalterados los músculos de la espalda, así como el paralelismo entre los bordes de la caja torácica y de la pelvis (dimensión "A"). Esta acción no produce molestia corporal ni ningún tipo de ansiedad mental, conserva el centro de gravedad total entre los dos pies y, como resultado, el cuerpo se mantiene relajado y natural.

Las acciones de piernas, pies y pelvis serán comentadas con más detalle en el próximo capítulo.



BRAZO DE ARCO (1)

Conexión con el tronco

Hasta ahora, el análisis de la unidad de fuerza se ha centrado en los efectos mecánicos de la carga de apertura y del peso físico del arco sobre huesos y articulaciones de los hombros, pero por medio de teorías anatómicas o matemáticas, sin probar los efectos prácticos. Vamos a colmar esa laguna suministrando algunos ejercicios para práctica de entrenamiento y prueba de lo dicho.

Los dibujos adjuntos proporcionan tres ejemplos de una persona apoyándose en la esquina de una pared o de una mesa, así como dos esquemas de la posición de la mano en la pared. Una vez comprendido su objetivo, las ilustraciones no necesitan explicación.

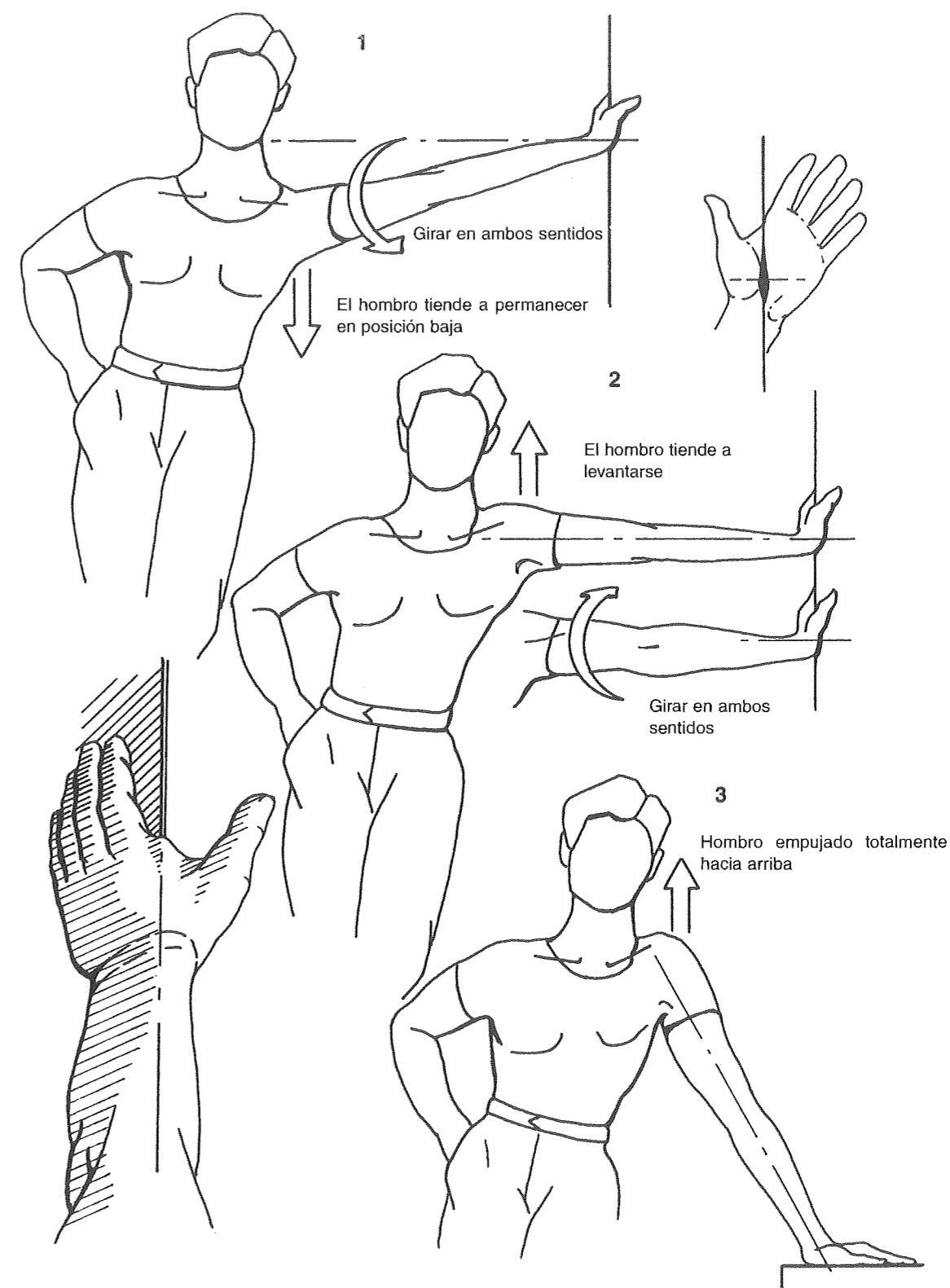
1. Sitúe el cuerpo a unos 20 a 30 cm más allá de la longitud del brazo, con respecto a la esquina de la pared o cualquier otro soporte vertical similar. Deje caer el cuerpo contra dicho soporte hasta ser retenido por el brazo de arco extendido, con la mano a la altura de la cara aproximadamente y la pierna interior cruzada y apoyada sobre la otra. A condición de que las posiciones de mano y cuerpo sean confortables, podrá comprobarse que, si el hombro de arco está colocado en posición baja y apoyado hacia atrás antes de aplicarle la carga, tenderá a permanecer en la misma posición cuando la reciba, pudiendo sin embargo girar si se gira el brazo con respecto a su eje. La rotación hacia el interior mueve el hombro hacia el exterior y viceversa.

2. Con la misma posición de pies, baje el apoyo de la mano unos 25 a 30 cm con respecto a la posición anterior (la intención es formar un ángulo brazo/columna vertebral igual o inferior a un ángulo recto). En esta nueva posición el hombro de arco tenderá a deformarse hacia arriba, pudiendo constatar la facilidad con que se desplaza hacia arriba y atrás con un giro del codo hacia dentro o hacia arriba y delante, girando el codo hacia fuera.

3. Conservando un ángulo similar para el cuerpo, pero con la palma de la mano a llano sobre una mesa y apoyándose en ella, el hombro se deformará hacia arriba con toda naturalidad, pero será imposible bajarlo con esfuerzo muscular, a menos que el peso del cuerpo deje de actuar sobre el brazo.

Los dos esquemas de la mano en la pared muestran la línea de presión más natural y confortable que soporta todo arquero a lo largo de la palma de la mano, siguiendo muy aproximadamente la línea de vida de la misma. Veremos en un análisis posterior la relación entre esa línea de presión a través de la mano y la reacción del hombro durante la acción de giro del codo, cuando están soportando la carga de apertura.

La relación del ángulo de elevación del brazo respecto a la columna vertebral, que tiende a mantener el hombro en posición baja a pesar de la carga de apertura, será ligeramente distinta de un tipo de cuerpo a otro. Para identificar el tipo de cuerpo de un arquero, pueden utilizarse las ilustraciones del segundo apartado de este capítulo.



BRAZO DE ARCO (2)

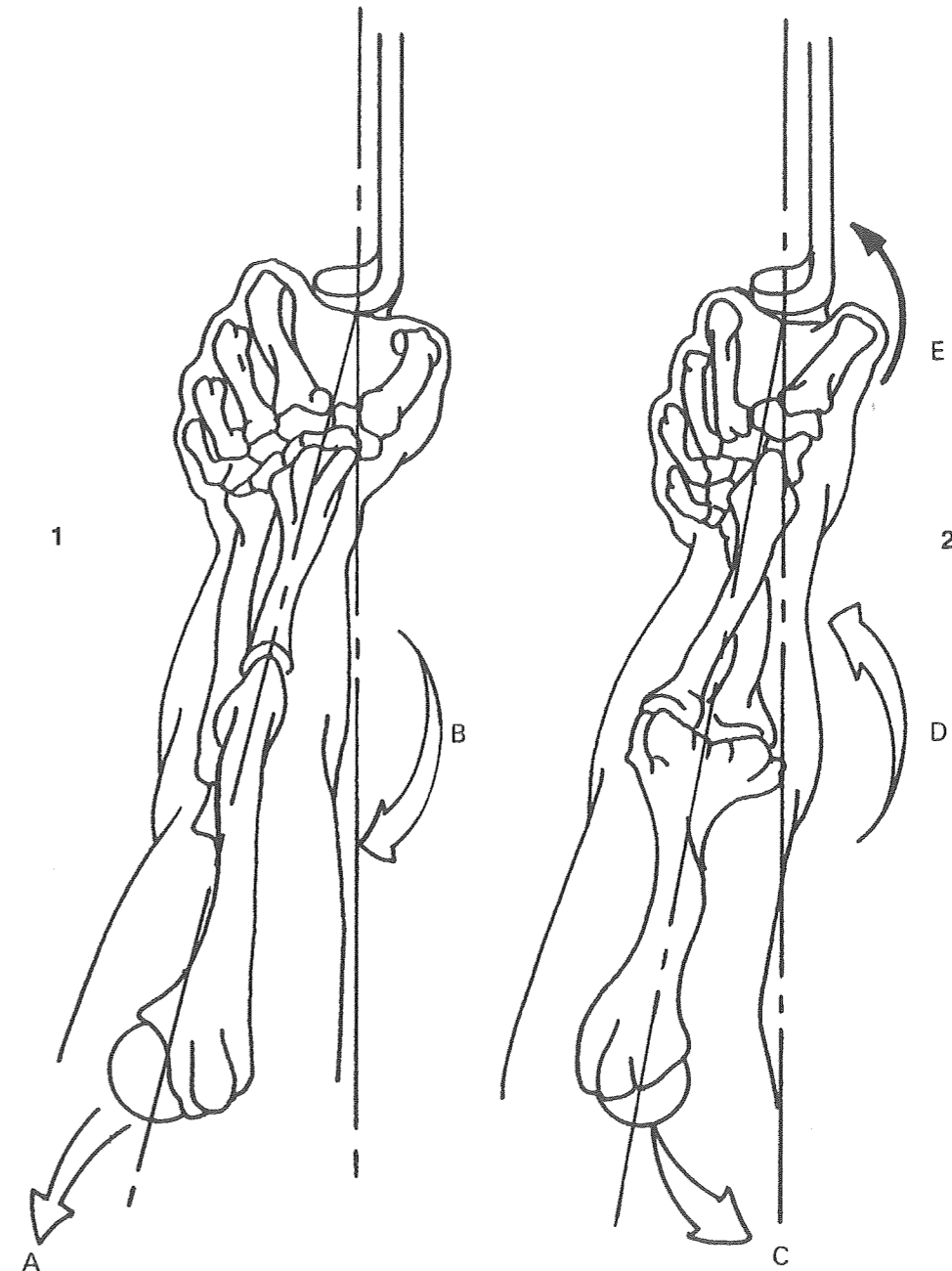
El brazo de arco tiene que soportar y transmitir la carga de compresión del arco tensado al conjunto del hombro. Por consiguiente, la alineación de huesos y articulaciones de ese brazo es muy importante para evitar defectos e ineficiencias. Los ejercicios del apartado anterior han puesto de manifiesto que la rotación a la derecha del húmero (para arqueros diestros) favorece la colocación del hombro en posición baja y hacia atrás, mientras que el giro hacia la izquierda tiende a facilitar que el hombro se deforme hacia arriba y delante, colocando la parte inferior del codo interior en la trayectoria de la cuerda.

Un defecto muy común en los principiantes es intentar enderezar el arco a la vertical, girando erróneamente el húmero al mismo tiempo que el cúbito y radio del antebrazo.

1. Vista del brazo de arco desde la perspectiva del arquero, representando la alineación y rotación correctas de los huesos del brazo. Gracias a la rotación del húmero hacia la derecha (flecha "B"), la articulación en forma de bola del mismo (la más cercana al observador) está dirigida hacia atrás (flecha "A") y la superficie interna del codo es llana y vertical. Los huesos del antebrazo permanecen relajados en su posición normal, permitiendo que la mano de arco se coloque con naturalidad fuera de la vertical, con el dedo índice a la altura de la base de ventana de arco, como veremos en detalle más adelante.

2. Vista similar de alineación de brazo de arco y rotación de articulaciones, ambas incorrectas, en la que la rotación a la izquierda de todo el brazo, empezando por el húmero, ha hecho girar la articulación en forma de bola hacia delante (flecha "C"), mientras que el giro del antebrazo ha situado la parte inferior de la superficie del codo en el trayecto de la cuerda (flecha "D"), intentando colocar la palma de la mano y el arco en posición vertical (flecha "E").

En la **Figura 1**, la rotación del húmero a la derecha se apoya en la fuerza ejercida por el dorsal ancho durante la acción de apertura, y no produce antagonismo. En cambio, en la **Figura 2**, la rotación del húmero hacia la izquierda requiere la ayuda de músculos opuestos a la acción de apertura y crea antagonismo muscular. Si se le enseña a un principiante a tensar el arco partiendo de una posición de preparación baja, como no puede emplearse el músculo dorsal ancho hasta finalizar la acción, el hacerlo coloca una carga elevada en un músculo frío y, aunque la acción de elevación durante la apertura admita la rotación del húmero a la izquierda (como en la **Figura 2**), convertir más tarde la apertura baja en otra técnica más eficiente requerirá reeducar física y psíquicamente la alineación del brazo de arco, así como la acción de los músculos de espalda y hombro involucrados en la apertura.



MANO DE ARCO (1)

Conexión con el arco

La **Figura 3** de la pág. 55 simula las alteraciones de un arco sostenido por presión sobre un solo punto de apoyo, debidas a los movimientos del punto de enfleche, incluyendo el efecto producido por los dedos de cuerda girando sobre el eje de tiro, causando que el arco se incline en función de esa rotación. Si el arco está sujeto y mantenido en posición vertical y la mano de cuerda provoca un giro de la cuerda, ésta se halla en estado de doble tensión dado que cada mano lucha contra la dirección de giro de la otra. Al soltar la cuerda, el arco se inclinará inmediatamente en dirección a la resistencia ofrecida por la mano de arco.

Obviamente, sólo una mano debe controlar la posición vertical del arco y, como se requiere la participación de tres dedos para tirar de la cuerda (excepto si se utiliza un disparador), debe ser la mano de cuerda la que controle la verticalidad el arco al igual que lo hace en los otros dos planos de rotación.

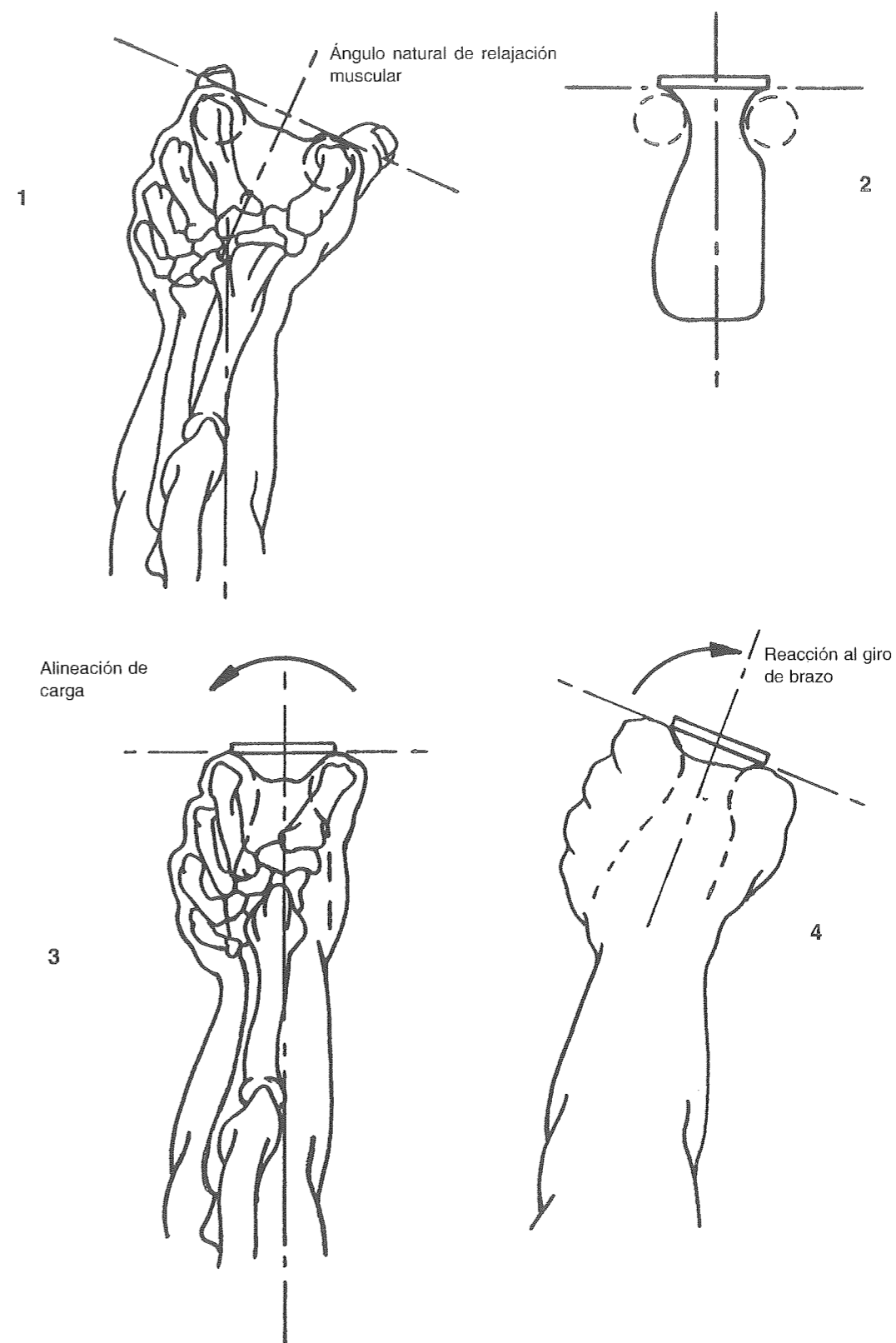
Queda por comentar todavía otra causa de problema de inclinación súbita del arco en el momento de soltar:

La **Figura 1** muestra la posición natural de la mano de arco en reposo, con la alineación más eficiente de los huesos del antebrazo, como se ha detallado en la pág. 111.

La **Figura 2** representa la vista que percibe el arquero de una empuñadura en la debida posición vertical. Debido al torneado de la empuñadura, que ofrece una ubicación obvia para los dedos índice y pulgar, la mano de arco junto con los huesos del antebrazo deben girarse para amoldarse a la forma impuesta por el torneado (**Figura 3**). Al aumentar la presión de apertura, como hemos mencionado anteriormente, la cuerda sometida a doble tensión provocará que el arco se incline a la derecha en el momento de soltar, pero, aunque la cuerda no se retorciere, el arco continuaría tendiendo a inclinarse hacia la derecha, debido a la rotación instintiva de la mano de arco al recuperar su ángulo natural de relajación muscular en estado de reposo (**Figura 4**).

El culpable principal de este fenómeno es el hecho de que la empuñadura dicte la posición de la mano y, en segundo lugar, que el arquero permita que sea el arco el que dicte la alineación.

NOTA: Muchos arqueros de alto nivel adoptan un ángulo de mano de arco más natural al permitir que el dedo índice se superponga a la base de ventana de arco, como muestra la **Figura 1** del apartado anterior.



MANO DE ARCO (2)

Es la única parte del arquero que mantiene contacto con el arco durante toda la ejecución del ciclo de tiro. Es también la parte del cuerpo que controla la posición del arco durante los procesos de enfleche y preparación, hasta que la carga del tensado inicial mantiene el arco contra ella y permite ceder el control de alineación a la mano de cuerda. A partir de ese momento, es sólo un elemento pasivo interpuesto entre el arco y el brazo, hombro y espalda.

Si no está colocada, alineada y relajada correctamente, en una relación anatómicamente eficiente, puede bloquear completamente la técnica de tiro, a pesar de que todo el resto de la unidad de fuerza actúe con la mayor destreza y eficacia.

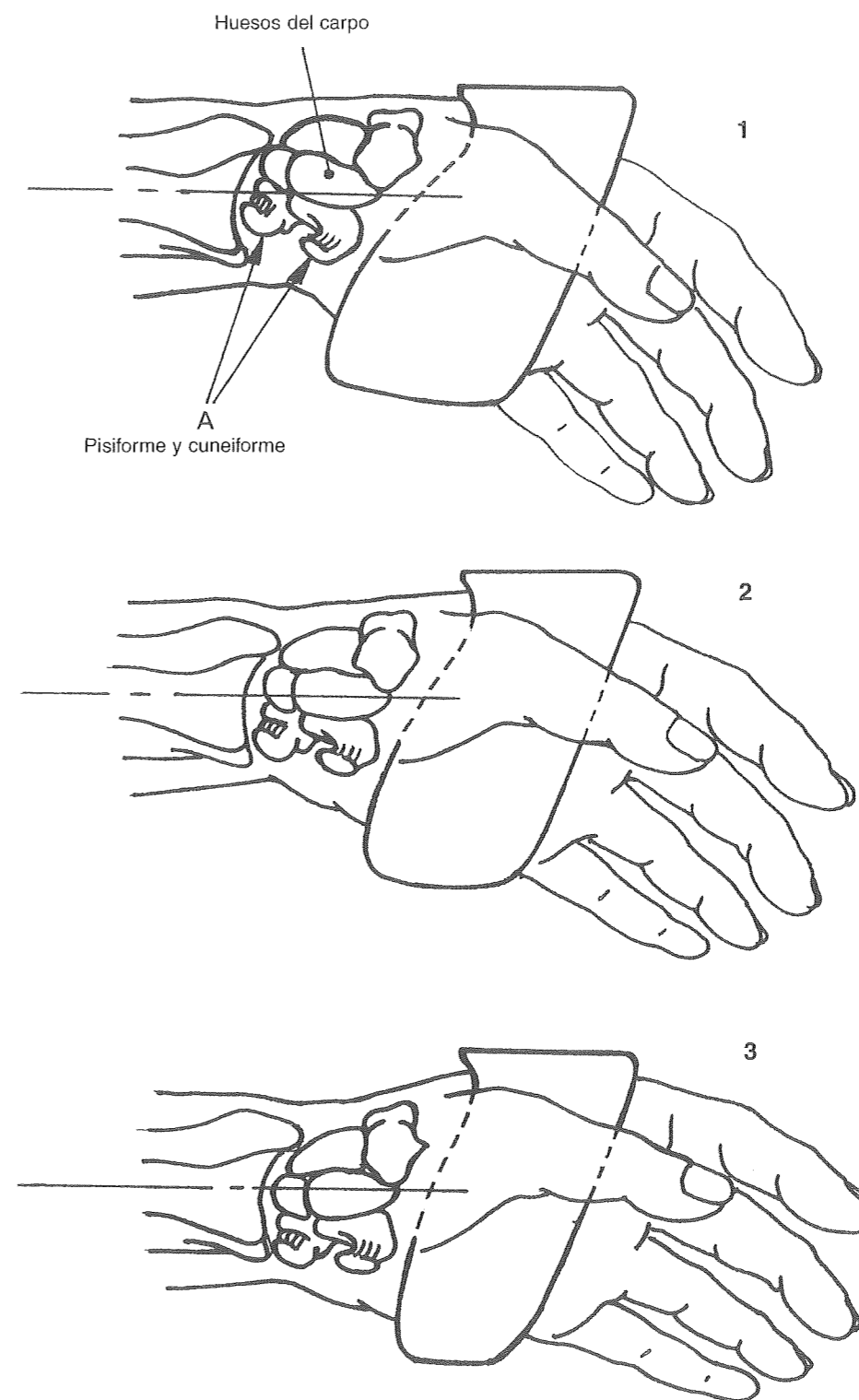
En el capítulo 3 (Análisis de la anatomía del arco), vimos que el centro de equilibrio dinámico es el punto del arco que el fabricante escoge para medir y corregir la distribución y desarrollo de tensiones en ambas palas, situado cerca o inmediatamente por debajo del cuello de la empuñadura. Si el punto en que se apoya la mano de arco no coincide con el escogido por el fabricante, se modifica la distribución de tensiones y las palas reaccionarán sin sincronía. Para intentar soslayar ese problema, muchos fabricantes disponen de empuñaduras con formas distintas que se adaptan a las anatomías de mano de arco con apoyo alto, medio o bajo.

Con frecuencia se comete el error de seleccionar una empuñadura que, en vez de acomodarse a la anatomía de la mano, intenta modificarla, forzando la muñeca a adoptar una posición de flexión activa o pasiva máxima.

La **Figura 1** muestra una mano a la que se ha acomodado erróneamente una empuñadura alta, con la intención de aplicar la presión de apoyo en el cuello de la misma. De esa manera, se cometen dos errores: en primer lugar, dado que los huesos de la articulación de la muñeca son forzados a adoptar su máxima posición pasiva, la reacción en el momento de la suelta será la de golpear el arco. En segundo lugar, debido a la rotación de los huesos del carpo, la línea de esfuerzo del brazo de arco pasa muy cerca de los huesos pisiforme y cuneiforme ("A"), comprimiéndolos entre la cabeza del radio y la empuñadura. El centro real de la presión aplicada se desplaza hacia abajo y se aleja del cuello de la empuñadura, en vez de acercarse a él como se pretende.

En la **Figura 2** la situación es un poco mejor, puesto que se reduce la tensión en la muñeca, así como la compresión de los huesos pisiforme y cuneiforme, aunque la reacción resultante puede variar de un tiro a otro.

En la **Figura 3**, con una empuñadura baja, los resultados son más estables y eficientes, puesto que los huesos del carpo ocupan su posición normal con respecto al radio y cúbito y están sujetos a una compresión uniforme.



MANO DE ARCO (3)

Torque

Este término define la fuerza de giro que la mano puede aplicar al arco en cualquiera de los tres planos de rotación. Ya hemos considerado esos efectos con respecto a los ejes de tiro y lateral, debidos a la influencia de la forma de la empuñadura, pero nos falta comentar el torque con respecto al eje vertical, relacionado con el tamaño de la empuñadura y su capacidad para llenar la mano de arco.

Aunque el pulgar y los otros cuatro dedos no deben situarse tan cerca de la empuñadura como para que puedan aplicarle un giro, tampoco debe forzarse su posición mediante el empleo de otros músculos, para evitar el contacto. El único momento en que se requiere una acción de los dedos de la mano de arco es al inicio de ciclo para sujetarlo mientras se carga la flecha. Una vez aplicada la presión inicial de tensado, son absolutamente superfluos hasta concluir el tiro y que la flecha haya salido del arco.

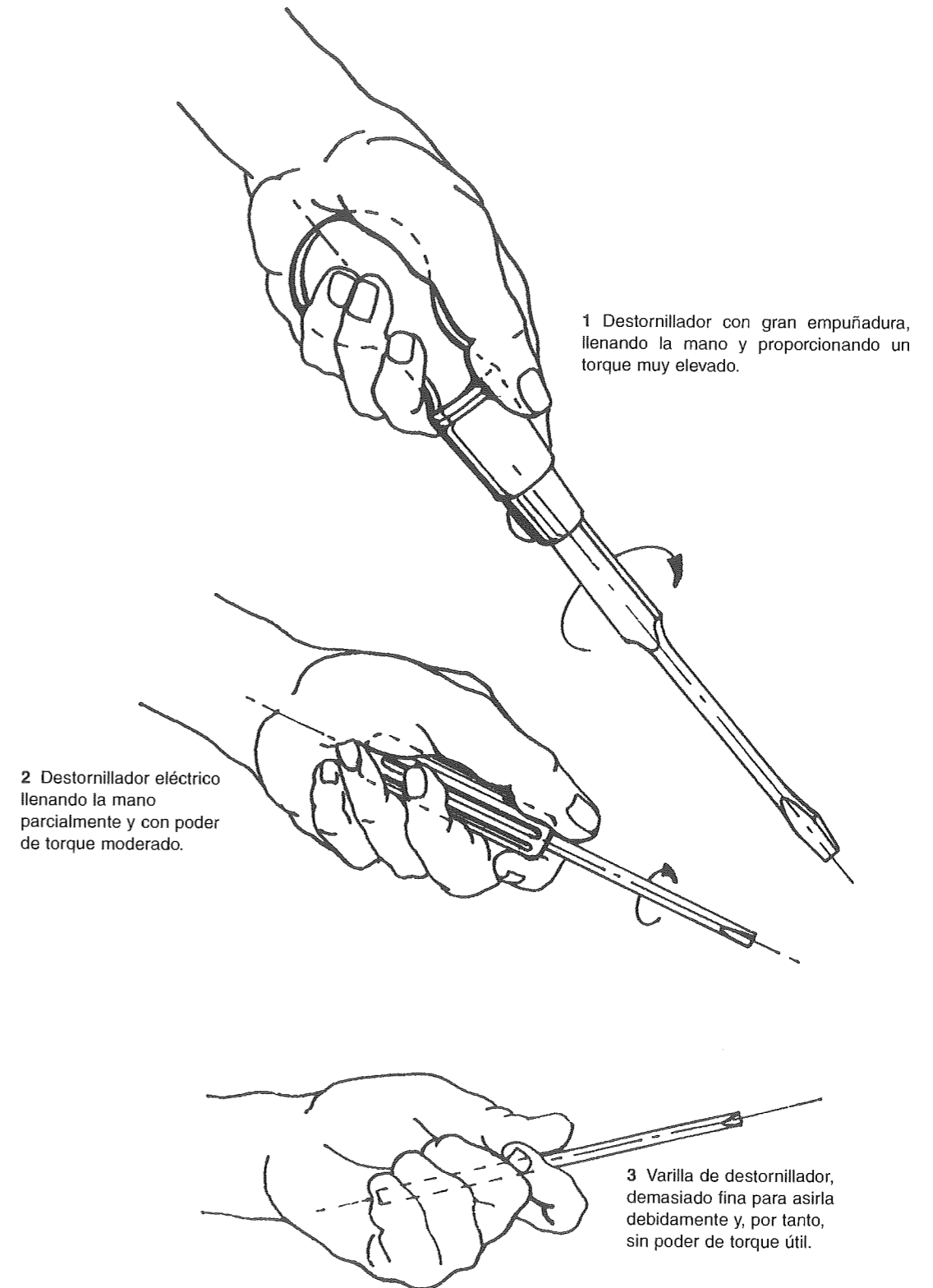
Las ilustraciones de la página siguiente muestran objetos corrientes, sujetos deliberadamente por la mano para que realicen una tarea. Son exactamente lo opuesto a lo requerido por la mano de arco, pero sirven para poner de relieve la relación entre el tamaño de la empuñadura y el torque aplicado.

Figura 1: muestra un destornillador con empuñadura voluminosa, utilizado para colocar tornillos con tal torque o fuerza de giro que cortan su propio paso de rosca en la madera. El tamaño y la forma de la empuñadura llenan la palma de la mano y los dedos, permitiendo que la mano empuje y gire con una facilidad razonable, ya que el diámetro proporciona la palanca máxima a la fuerza disponible.

Figura 2: destornillador eléctrico utilizado para enroscar tornillos en una tuerca o en un orificio con paso de rosca realizado previamente. Como la tarea del destornillador se limita a empujar el tornillo siguiendo un paso existente, sólo precisa un torque limitado sin necesidad de empujar. Por consiguiente, la empuñadura se ha confeccionado deliberadamente de tamaño mediano y de forma cilíndrica, de modo que no llena la mano, y el torque se ve limitado por una palanca relativamente pequeña.

Figura 3: presenta la simple varilla de un destornillador, sin empuñadura, cuyo reducido diámetro no permite una sujeción lo suficiente sólida como para aplicar un torque útil. Aunque utilizada en un destornillador eléctrico pueda realizar su función, por sí sola no es capaz de transmitir una fuerza de giro lo bastante potente como para obligar al tornillo a seguir un hilo predeterminado y, mucho menos, a labrar un paso de rosca nuevo.

La proporción entre el tamaño de una empuñadura de arco y el de la mano del arquero deberá ser obvia. Si la empuñadura es confortable y llena la mano, seguramente no cumplirá su misión debidamente y transmitirá torque con facilidad. Una empuñadura grande, ideal para un arquero con manos grandes, puede que sea demasiado voluminosa para la mano de una arquera y excesivamente grande para la de un adolescente. Por lo tanto, cuanto más fina y suave, mejor funcionará una empuñadura, siempre que no sea físicamente molesta para el arquero.



MANO DE ARCO (4)

Torque generado por el roce con la piel

En arcos de tipo longbow, llano o de fibra de vidrio para enseñanza, la empuñadura posee forma de cigarro, con sección circular o forma de barril aplastado, con sección oval. En ambos casos, la mano de arco puede colocarse repetitivamente en el mismo lugar, sujetando el arco con el pulgar a nivel del inicio de la pala superior, antes de bajarlo a su posición normal hasta rodear la empuñadura. Con los arcos de competición modernos, en los que la empuñadura tiene una forma determinada y una sección mayor, la posición de la mano es mucho más crítica por las muchas razones ya expuestas y también por la amplia zona de contacto con la palma de la mano; cualquier falta de alineación inicial del arco con respecto a la posición más eficiente de la mano puede provocar una reacción de torque debida al relativo pliegue o giro de la piel de la palma de la mano producido durante la apertura. Las ilustraciones de la página siguiente muestran erróneamente pliegues en la piel de los dedos en vez de la palma de la mano, pero no hemos encontrado un modo mejor para mostrar el efecto.

Figura 1: en el centro, representa el arco y alineación de mano ideales con el arco abierto a punto de anclaje y lo consideraremos el estándar comparativo para las demás figuras, todas ellas mostrando defectos que pueden ocurrir.

Figura 2: aunque la posición relativa del arco con respecto a la mano sea correcta, durante la apertura la mano puede girar para adquirir la alineación requerida (como en la **Figura 1**) o puede permanecer con la muñeca hacia afuera y tirando de la piel a medida que la carga de apertura obliga la alineación de arco (**Figura 3**), el cual girará hacia la derecha en el momento de soltar.

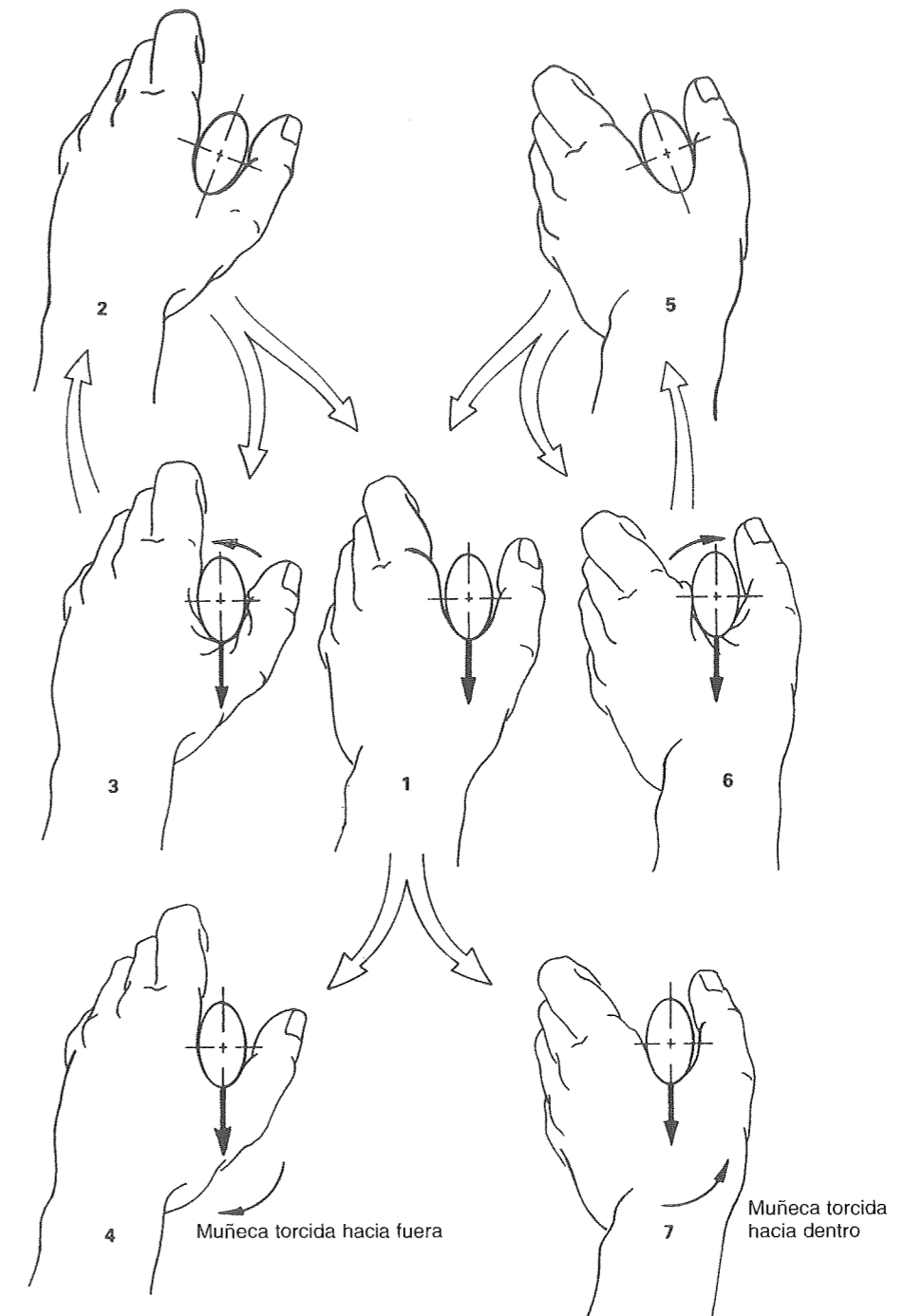
Figura 4: muestra la mano con la muñeca torcida hacia el exterior, pero con el arco correctamente alineado con la línea de esfuerzo. Aunque en este caso no se produzca un efecto de torque provocado por la piel, la tensión creada en la muñeca para resistir la carga de apertura girará el arco hacia la izquierda en el momento de soltar.

Figura 5: la relación entre mano y arco es correcta, pero la muñeca está torcida hacia dentro y durante la apertura puede regresar a la posición correcta de la **Figura 1** o, si se mantiene con el giro hacia dentro, provocará tirantez en la piel a medida que el arco se alinee (**Figura 6**), haciendo que éste gire a la izquierda en el momento de soltar.

Figura 7: muestra la mano de arco con la muñeca torcida hacia dentro y el arco correctamente alineado con la línea de apertura. No se producirá efecto de torque debido a deformaciones de la piel, pero el arco girará a la derecha en el momento de soltar, al cesar la tensión en la articulación de la muñeca.

Para que ocurra cualquiera de esas reacciones, debe existir un alto grado de fricción impidiendo que la mano se deslice sobre la empuñadura para alinearse. Puede ser debido a la superficie texturizada de una empuñadura moldeada en plástico, a una composición de materiales de la empuñadura conteniendo goma, látex o similar o por haber añadido a la empuñadura materiales como cuero o corcho.

Idealmente, la empuñadura debe ser capaz de deslizarse suavemente sobre la mano que, una vez alineada anatómicamente contra la empuñadura y bajo el efecto de carga del tensado inicial, permanecerá estable y segura.



MANO DE ARCO (5)

Las ilustraciones de la página siguiente muestran un nuevo ejercicio, esta vez para confirmar que, aplicando cargas sobre la telilla o tejido que une el pulgar con el índice, además de ser anatómicamente ineficiente, crea otros problemas cuando se intenta aplicar el centro de presión al cuello de la empuñadura.

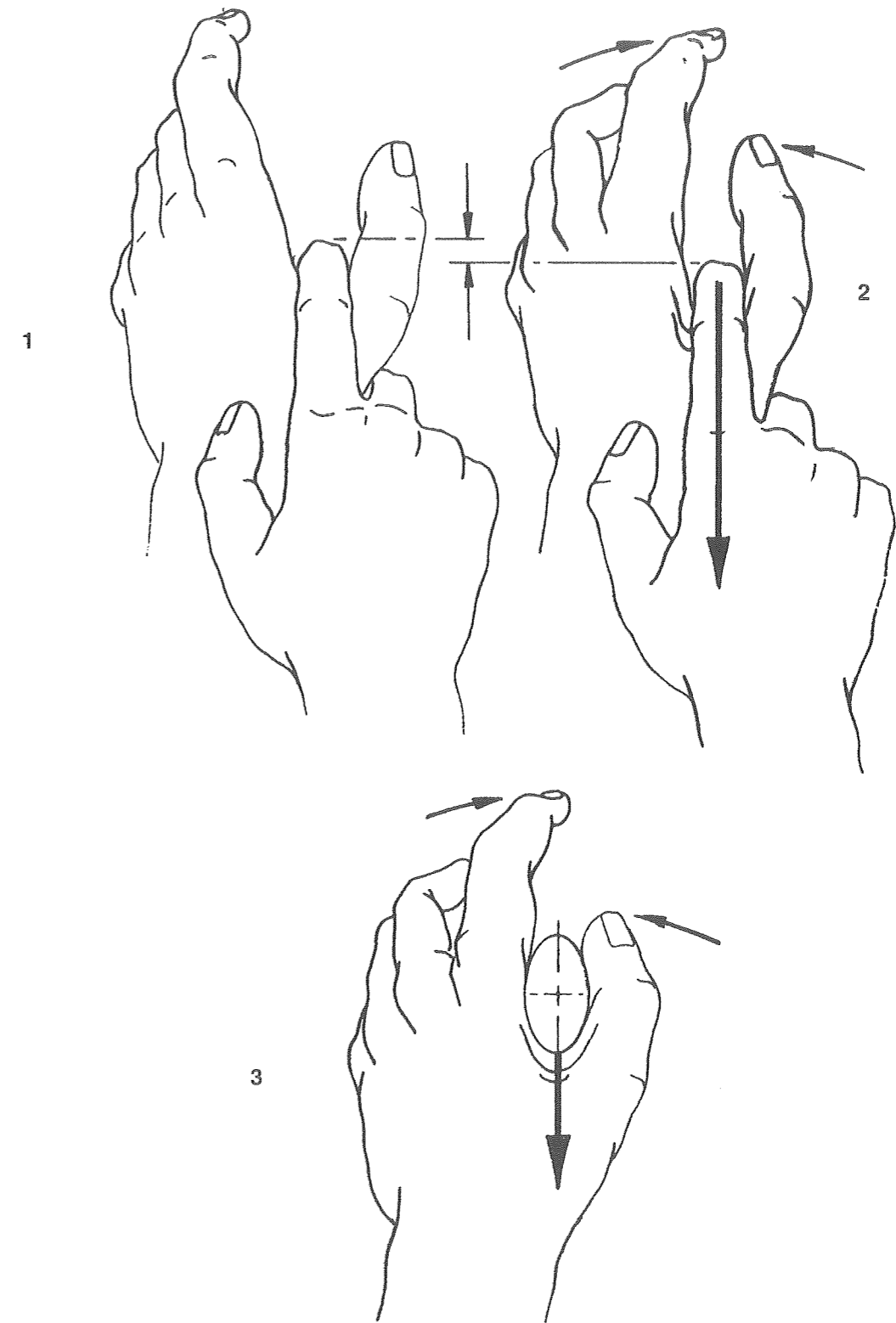
En la **Figura 1**, la mano de arco (en este caso, la izquierda) está colocada de modo similar a como lo estaría si soportase un arco. Manteniendo la mano en esa posición, relajada y con el pulgar separado de los demás dedos, coloque el dedo índice de la mano derecha (con la primera falange a guisa de garfio) sobre la telilla de la mano de arco.

Tire de la telilla hacia la muñeca (**Figura 2**) y podrá comprobar que se deforma, obligando a un acercamiento de los dedos pulgar e índice de la mano de arco.

Repitiendo este ejercicio, unas veces con la mano izquierda relajada y otras forzando los dedos para que no se acerquen, se pone en evidencia que, si se obliga a la mano de arco a permanecer en una postura con la muñeca alta para intentar que el punto de presión se sitúe en el cuello de la empuñadura, los dedos se ven forzados a entrar en contacto con ella y, dependiendo del tamaño relativo de la mano con respecto a la empuñadura, los obliga a aplicar un efecto de torque por presión directa o por deformación de la telilla. Intentar impedir que los dedos no entren en contacto con el arco causaría una tensión muscular innecesaria o, eventualmente, una fatiga que llevaría igualmente al derrumbe de los dedos sobre el arco (**Figura 3**).

Aunque muchas de las circunstancias que hemos descrito, consideradas individualmente puedan constituir errores menores, colectivamente pueden implementarse unas a otras para producir efectos mayores. Por ejemplo, el fenómeno que acabamos de describir, causado por el uso de una empuñadura inapropiada, combinado con otros puntos tratados en los precedentes apartados de la serie "Mano de arco", producirá irregularidades en el ciclo de tiro difíciles de identificar, puesto que otras similares son producidas por causas distintas y más familiares. El diseño y la estructura del arco deben permitir que el arquero utilice su cuerpo con eficacia y eficiencia para tirar flechas consistentemente con respecto a su nivel de tiro. Si intencionadamente o por negligencia, el arco y/o sus accesorios obligan, por su forma o uso implícito, a un funcionamiento ineficaz de cualquier parte de la anatomía humana, el material debe ser corregido, adaptado o modificado en función del usuario y no al revés.

Si el centro del equilibrio dinámico de las palas se sitúa en el cuello de la empuñadura y el arco únicamente reacciona eficientemente si la presión es aplicada exactamente en ese punto, pero para ello el arquero se ve forzado a actuar sin naturalidad ni eficiencia, el arco debe ser reajustado en función del punto de presión que el arquero pueda aplicar con más regularidad y eficacia.



MANO DE ARCO (6)

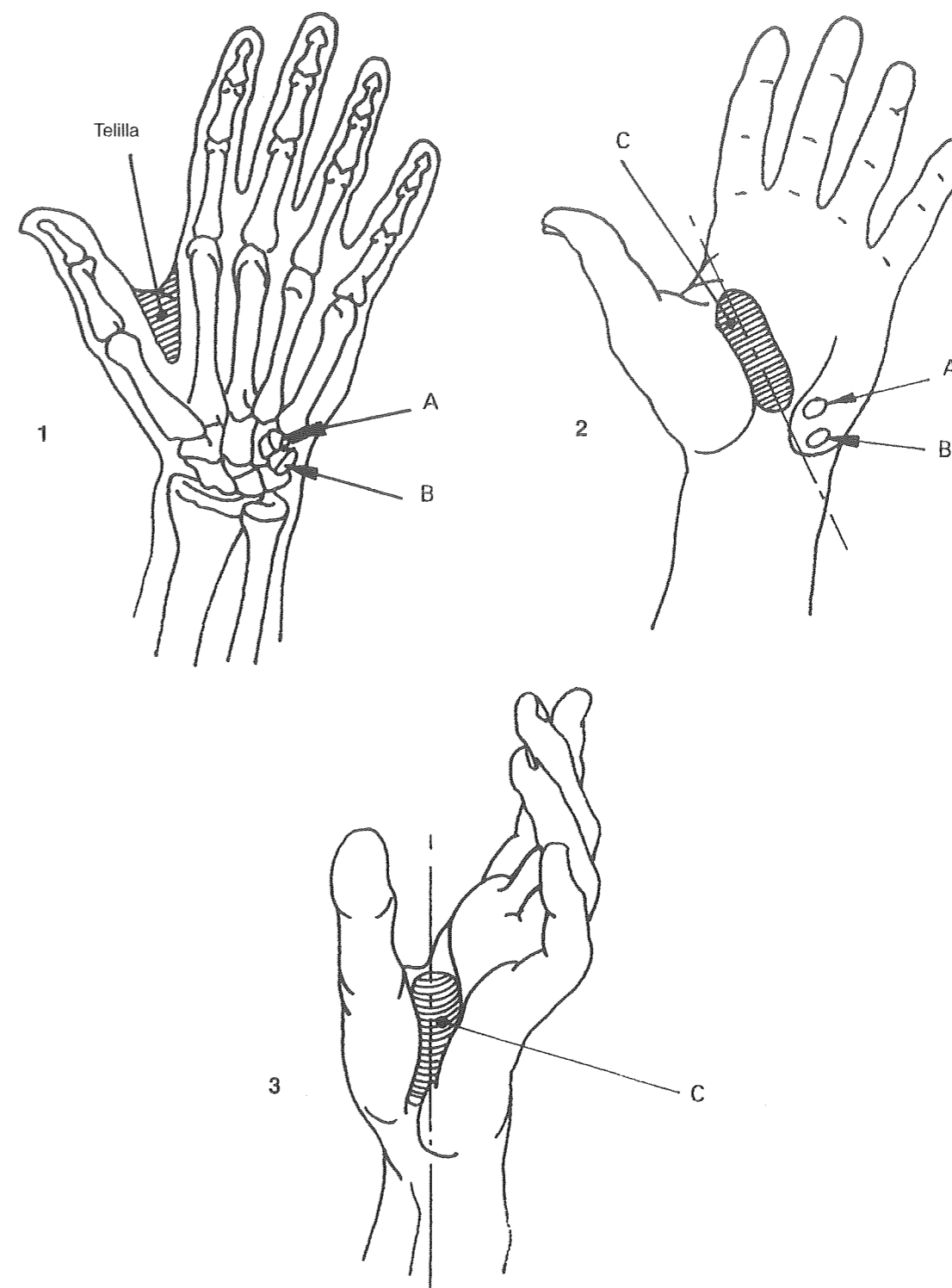
Las páginas anteriores, relativas a la mano de arco, han expuesto los problemas que pueden surgir con respecto a la empuñadura y cómo evitarlos: el efecto de torque y cómo puede aplicarse accidentalmente; cómo una determinada empuñadura puede ser confortable para la mano, pero causar problemas en vez de remediarlos y, el más importante, cómo la mano de arco, que debería ser un simple lazo de unión pasivo entre el arco y el brazo, puede destruir una técnica perfecta en todo lo restante. Para una parte tan sencilla pero tan importante de la unidad de fuerza, parece increíble que casi no haya nada más que decir, pero tal vez el problema real resida precisamente en esa sencillez. Se trata de una mano, y una mano sirve para coger una empuñadura. El arco debe ser sostenido y, por consiguiente, necesita tener una empuñadura y, estando provisto de un visor, precisa que se le sostenga vertical, imponiendo que la empuñadura también lo sea. Dado que hay mucho material en el cuerpo de arco, ¿por qué no esculpir en él una empuñadura que se adapte a una mano? No a todas, sólo a una y, generalmente, una mano humana.

Aparte de eso y dado que la empuñadura del arco debe ser pequeña con respecto a la mano, suave y más cilíndrica que anatómica, presentando un ángulo de apoyo adaptado a la estructura promedio de una mano de arco, todo lo que queda por describir e ilustrar son las áreas de la mano que soportan y transmiten eficientemente la carga de apertura al brazo de arco.

1. El esquema óseo de la palma de la mano (en este caso, la izquierda) muestra sombreada el área comprendida entre el pulgar y el dedo índice (la telilla que se deforma si se utiliza para soportar una carga), las dos proyecciones óseas (la unciforme "A", origen del músculo flexor del dedo meñique, y la pisiforme "B", origen del músculo abductor del mismo dedo) y la cabeza oblicua del músculo abductor del pulgar. Aunque no puedan verse ni palpase con facilidad, su presencia y la de los músculos correspondientes forman parte de una zona elevada en la base de la palma de la mano y borde continuando hasta el dedo meñique.

2. La superficie de la misma mano, mostrando la cresta formada por los músculos que contienen los huesos unciforme y pisiforme, junto con los grandes músculos del dedo pulgar, entre los cuales aparece un área sombreada ("C") que coincide aproximadamente con la línea de vida de la mano. Se trata de la zona en la que la carga del arco puede ser transmitida al brazo de arco sin provocar colapsos ni reacciones de aproximación entre el pulgar y los otros dedos.

3. La misma zona estable vista desde una perspectiva distinta y con una posición de la mano en que puede comprobarse la ausencia de toda reacción, apoyando en ella el pulgar de la mano derecha (imitando la empuñadura de una pistola) y empujando con la mayor fuerza posible hacia el antebrazo sin causar el menor problema.



MANO DE APERTURA, CARGAS Y EFICACIA (1)

La mano de cuerda, muñeca y antebrazo componen un vínculo tenso entre el brazo y el arco, de tal modo que, en punto de anclaje, el brazo se encuentra sometido a una fuerza de compresión que lo empuja hacia el arco pectoral, igual y opuesta a la del brazo de arco. (ver pág. 103)

Desde el gancho formado por los tres dedos de cuerda hasta el codo, toda la mano, muñeca y antebrazo deben estar exentos de tensión muscular, exceptuando los músculos requeridos para formar el gancho y mantener la cuerda y el arco en el plano vertical de tiro (ver p. 55, Fig. 3, y p. 112)

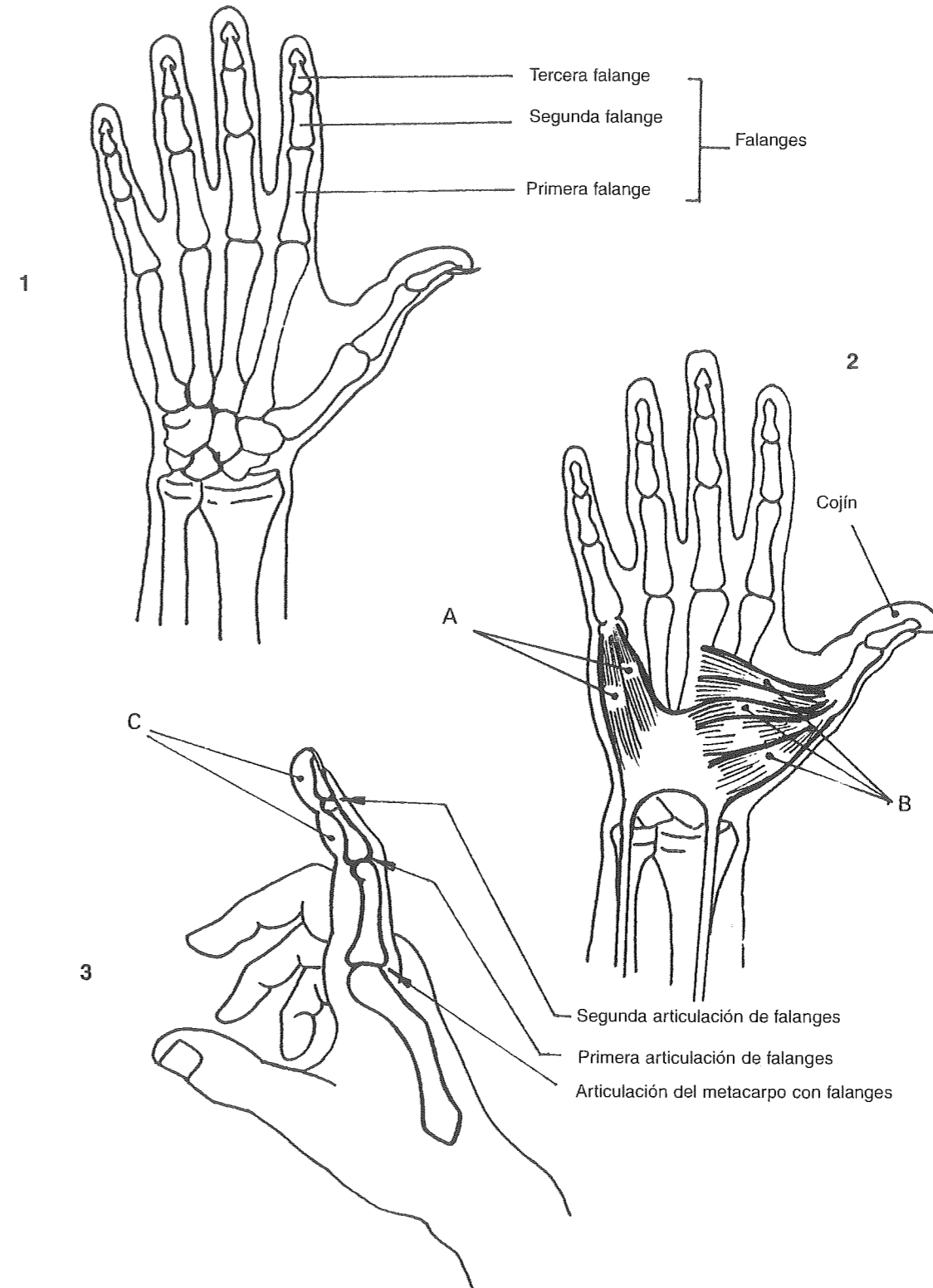
El término "gancho" es apropiado, puesto que a lo largo del desarrollo de la apertura y hasta el momento de la suelta y salida de flecha, la muñeca y antebrazo deben comportarse como una serie de vínculos libres, obligados a mantenerse en línea por la carga e incapaces de soportar una carga lateral o de compresión. La suelta, consecuencia de la desaparición del gancho, ocurre mediante relajación muscular permitiendo que la cuerda pueda empujar los dedos hacia un lado. Esa acción es más rápida y eficiente que cualquier intento de relajación de un grupo concreto de músculos y la puesta en acción de otro grupo simultáneamente.

Los dibujos adjuntos presentan tres esquemas de la mano de cuerda (en este caso, la derecha).

Figura 1: vista de la palma de la mano mostrando los huesos de mano y muñeca, así como los tres huesos (falanges) con longitudes distintas que constituyen cada dedo. El más externo de ellos tiene una longitud igual a los 2/3 de la del central, y la de éste es igual a 2/3 de la longitud de la primera falange.

Figura 2: muestra los músculos de la palma de la mano, "A" y "B", que controlan los dedos meñique y pulgar, al igual que en la mano de arco. Funcionan independientemente de los otros tres dedos centrales que forman el gancho y están controlados por el músculo flexor profundo del antebrazo, que se origina en los dos tercios superiores del cúbito.

Figura 3: pone de relieve los cojines carnosos que forran la parte frontal de los dedos ("C") y otras áreas de la palma de la mano. Su finalidad es proteger la estructura ósea interna y permitir asir objetos suavemente o con firmeza, para lo cual tienen la facultad de deformarse y adoptar los contornos del objeto asido. A la altura de las articulaciones de los dedos, los cojines desaparecen para permitir la flexión de los mismos y en esas ubicaciones sólo se encuentra piel encima de los ligamentos y cartílagos asociados con la articulación, proporcionando una superficie más firme y menos adaptable.



MANO DE APERTURA, CARGAS Y EFICACIA (2)

Ubicación errónea de la cuerda

Una cosa es que te adviertan haber cometido un error de acción y otra distinta es saber por qué, antes de que se produzca un trauma.

El principiante y, a veces, el arquero avezado, sabiendo que es esencial soltar limpia y rápidamente o porque algún otro defecto es acusado injustamente de ser causante de una suelta defectuosa, puede intentar mejorar la velocidad de suelta y reducir el desvío de cuerda colocándola en la punta de los dedos, en vez de hacerlo en el pliegue de la segunda articulación de falanges.

Figura 1: muestra una situación de esa índole, en la que la cuerda se apoya en el cojín de la tercera falange, con la línea de esfuerzo (DFL) correctamente alineada con la articulación de la muñeca. No obstante, como la primera articulación de falanges y la articulación del metacarpo con falanges se arquean hacia fuera más de lo necesario, el esfuerzo adicional del músculo flexor profundo no sólo malgasta energía, sino que induce una respuesta lenta donde se requiere una relajación rápida y fácil.

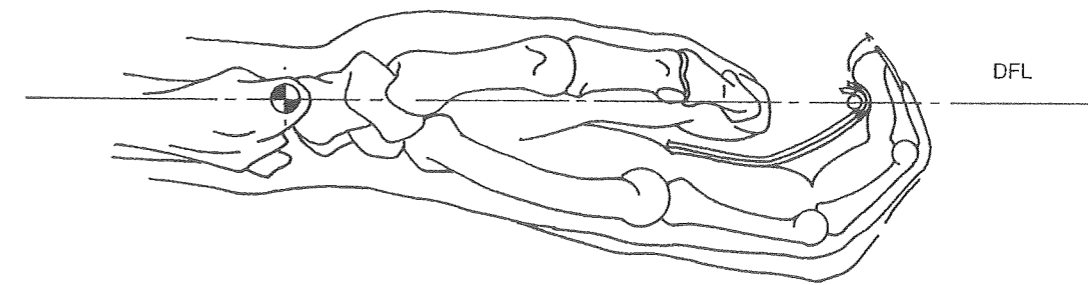
Figura 2: presenta la misma posición de cuerda y dedos que la **Figura 1**, pero en corte vertical. El cojín de la tercera falange está cumpliendo con su cometido natural, es decir, acomodarse a la forma del objeto (la cuerda, en este caso); la sangre y el tejido blando se desplazan a uno u otro lado de la cuerda de acuerdo con su posición exacta y la presión que ejerce.

Figura 3: la suelta está en curso y la cuerda, intentando desplazarse hacia la punta de los dedos, trata de superar la trinchera que ella misma ha provocado en su esfuerzo de acercamiento al arco e incrementa aún más la presión ejercida sobre sangre y tejido blando acumulados en las puntas; incapaces de escapar a la opresión de la cuerda, se agolpan formando una barrera todavía más difícil de franquear.

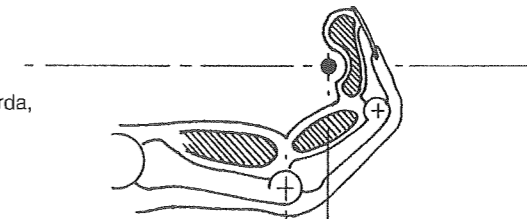
Figura 4: la cuerda ha franqueado finalmente la trinchera saltando hacia un lado, y la suelta se ha completado; pero ese esfuerzo tiene un precio. Cuando se recupere la circulación sanguínea en los estrangulamientos de los cojines, se producirá un hormigueo en las puntas de los dedos, que puede llegar a ser doloroso después de varias sueltas. Después de un cierto tiempo, los cojines se recuperan con más lentitud a cada suelta y acaban autoprotegiéndose formando callos en cada dedo. El único riesgo para el arquero es perder la sensibilidad en los dedos torturados, hasta que recuperen de nuevo su antigua suavidad táctil sin la protección de los callos.

En todo caso, no es una suelta eficiente, incluso antes de que se produzca la alteración epidérmica, y es mucho más lenta que la obtenida mediante un apoyo correcto de la cuerda en los dedos.

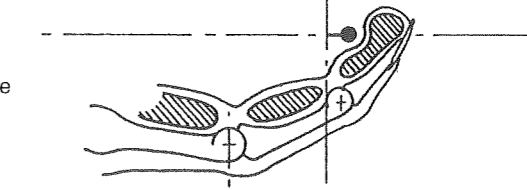
1 Ubicación errónea de la cuerda.



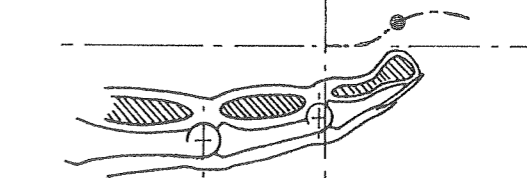
2 Sometido a la presión de la cuerda, el cojín se ajusta a su forma.



3 El cojín se deforma hinchándose en la punta.



4 La cuerda supera el obstáculo, desviándose a un lado.



MANO DE APERTURA, CARGAS Y EFICACIA (3)

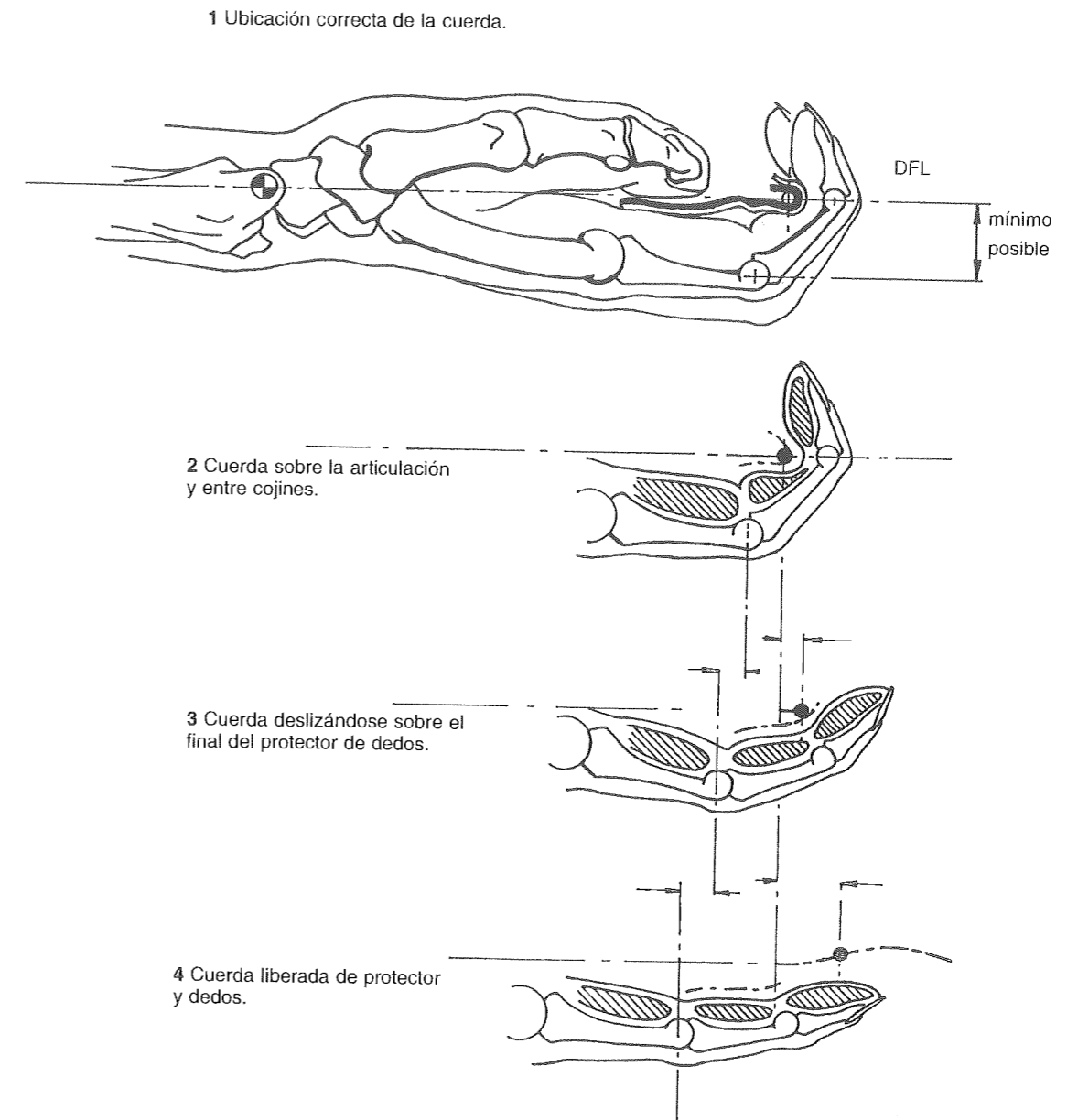
Ubicación correcta de la cuerda

En el apartado anterior se ha mostrado la ubicación errónea de la cuerda, explicando por qué lo es y, para ser justos, debemos aclarar por qué es mejor la ubicación de cuerda propuesta en la ilustración de la página siguiente.

La primera consideración a tener en cuenta es que, mientras la anterior posición de cuerda daba sensación de precariedad durante la apertura e involucraba un empleo de energía muscular innecesario, la presentada aquí utiliza menos esfuerzo muscular y proporciona sensación de seguridad durante la apertura, dando la impresión de tener "el puño lleno de cuerda".

1. La cuerda está apoyada sobre la segunda articulación de falanges, con la línea de esfuerzo correctamente alineada con la articulación de muñeca y antebrazo. Comparándola con la figura del apartado anterior, con el dorso de la mano llano y las otras articulaciones de dedos lo más cercanas posible a la línea de esfuerzo, es fácil deducir que el músculo flexor profundo está realizando en este caso un esfuerzo mínimo.
2. La misma posición de dedos y cuerda que en la **Figura 1**, pero vista en sección vertical. Aquí la cuerda está haciendo fuerza sobre la superficie firme de la articulación, entre los cojines de la segunda y tercera falange, provocando tan sólo una ligera deformación en el cojín de la segunda, bajo la influencia del protector de dedos.
3. La suelta ha comenzado y la cuerda se desliza hacia delante sobre el protector de dedos, mientras la mano se mueve hacia atrás y ha desaparecido la deformación del cojín de la segunda falange.
4. La cuerda ha pasado la zona de roce del protector de dedos (línea punteada sobre la segunda falange), librándose de la influencia de los dedos, aunque todavía no haya salido del área de los mismos, que continúan acelerando hacia atrás.

Comparando de nuevo con las figuras del apartado anterior, esta suelta es claramente más limpia y rápida, aunque los dibujos sean estáticos y sólo den una aproximación de la acción mediante fotogramas congelados. Con esta ubicación de cuerda, ayudada por un protector de dedos correctamente ajustado a la mano del arquero y una participación equitativamente proporcionada de los dedos en apertura y suelta, se evitarán las callosidades en los dedos; el desarrollo de cualquier callo, aun débil y pequeño, indicará que el protector o dactilera no está bien adaptado al contorno de los dedos o que un dedo no está cumpliendo con la parte proporcional del trabajo que le corresponde y es rozado por la cuerda en vez de ser sobrevolado por ella. En general, un callo es el resultado de una fricción y no de una carga, lo que explica las callosidades mencionadas en el apartado anterior. La cuerda no abre los dedos bruscamente, sino más bien se arrastra sobre ellos.



MANO DE APERTURA, CARGAS Y EFICACIA (4)

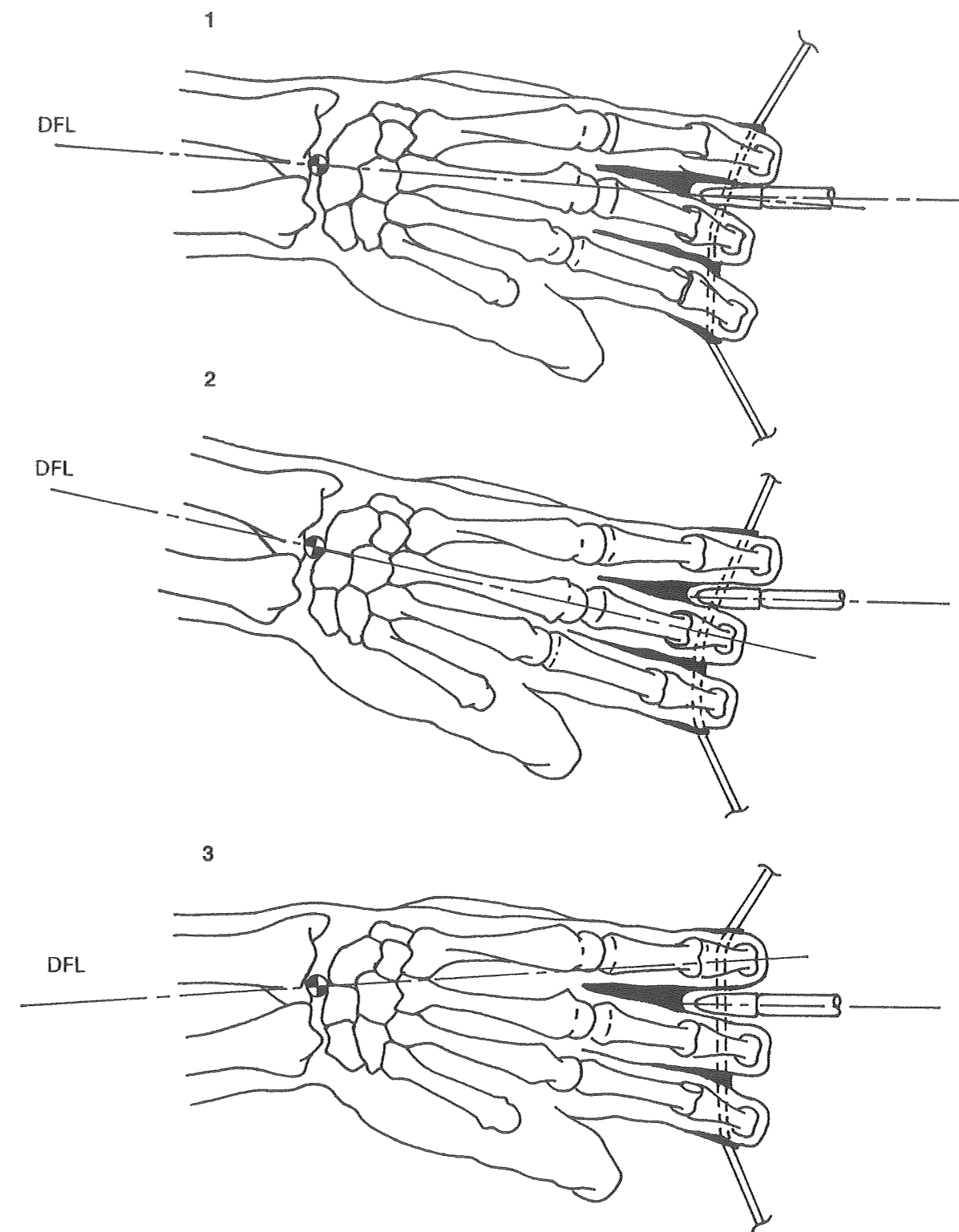
Tras haber observado anteriormente la mano de cuerda desde encima y constatado algunos defectos basados en un análisis anatómico en el plano de tiro, vamos a realizar un ejercicio similar mirando esta vez la mano desde un punto de observación mucho más normal: el eje medio.

1. Vista dorsal de la mano de cuerda, considerada correcta puesto que la línea de esfuerzo pasa por el punto de enfleche y el centro de la articulación de muñeca. Aunque esta posición sea tan buena como pueda esperarse con respecto a la observada en la mayoría de buenos tiradores, contiene un defecto muy común: aunque la carga soportada por el dedo índice esté compensada por la de los otros dos, la del dedo medio es mayor que la del anular y, aunque parezca trivial, es menos eficiente de lo que debiera ser. Dado que el dedo medio es normalmente más largo que los otros dos, puede formar un gancho más profundo que, como en este caso, puede soportar una carga igual a la del índice; como ese gancho se forma antes de que actúe el dedo anular, no queda casi ninguna carga para ser soportada por éste, que, por consiguiente, permanecerá prácticamente en reposo sobre la cuerda sin formar gancho alguno. La profundidad del gancho del dedo medio hace que éste casi envuelva la cuerda, causando una suelta lenta, puesto que los dedos dejarán la cuerda en el orden anular, índice y medio, en vez de hacerlo simultáneamente. Este problema puede reconocerse por un callo que se desarrolla en el borde de la parte interior del dedo anular. La solución es desarrollar un gancho idéntico con los dedos índice y anular, antes de enganchar el dedo medio.

2. En esta figura la línea de esfuerzo (DFL) pasa a lo largo del dedo medio y no por el punto de enfleche, lo cual no es buen signo. Eso es debido a que los dedos medio y anular han formado gancho antes que el índice y será éste el que puede formar un callo en el borde inferior o interior. El remedio es el mismo que en el caso anterior.

3. Aquí los dedos están colocados correctamente. El índice y el anular tienen un gancho similar, formado antes que el del dedo medio, también similar a los anteriores pero soportando solamente un tercio de la carga. El problema presentado por la línea de esfuerzo (pasando por el dedo índice en vez de hacerlo por el punto de enfleche) es el resultado de haber bajado excesivamente el codo de cuerda. Si éste se eleva para igualar la inclinación de la línea DFL presentada en la **Figura 1**, conservando la posición y esfuerzo relativo de los dedos con respecto a la carga, esta situación producirá un resultado mejor que el mostrado en la **Figura 1**.

En términos de importancia, la mano de cuerda proporciona el punto de contacto número 2 con el arco, siendo la mano de arco el punto número 1. La mano de cuerda se sitúa en segundo lugar, simplemente porque se separa de la cuerda mientras la mano de arco todavía puede comprometer una suelta que podría ser perfecta.



6. Análisis de la unidad de soporte

PELVIS MASCULINA/FEMENINA Y PIERNAS

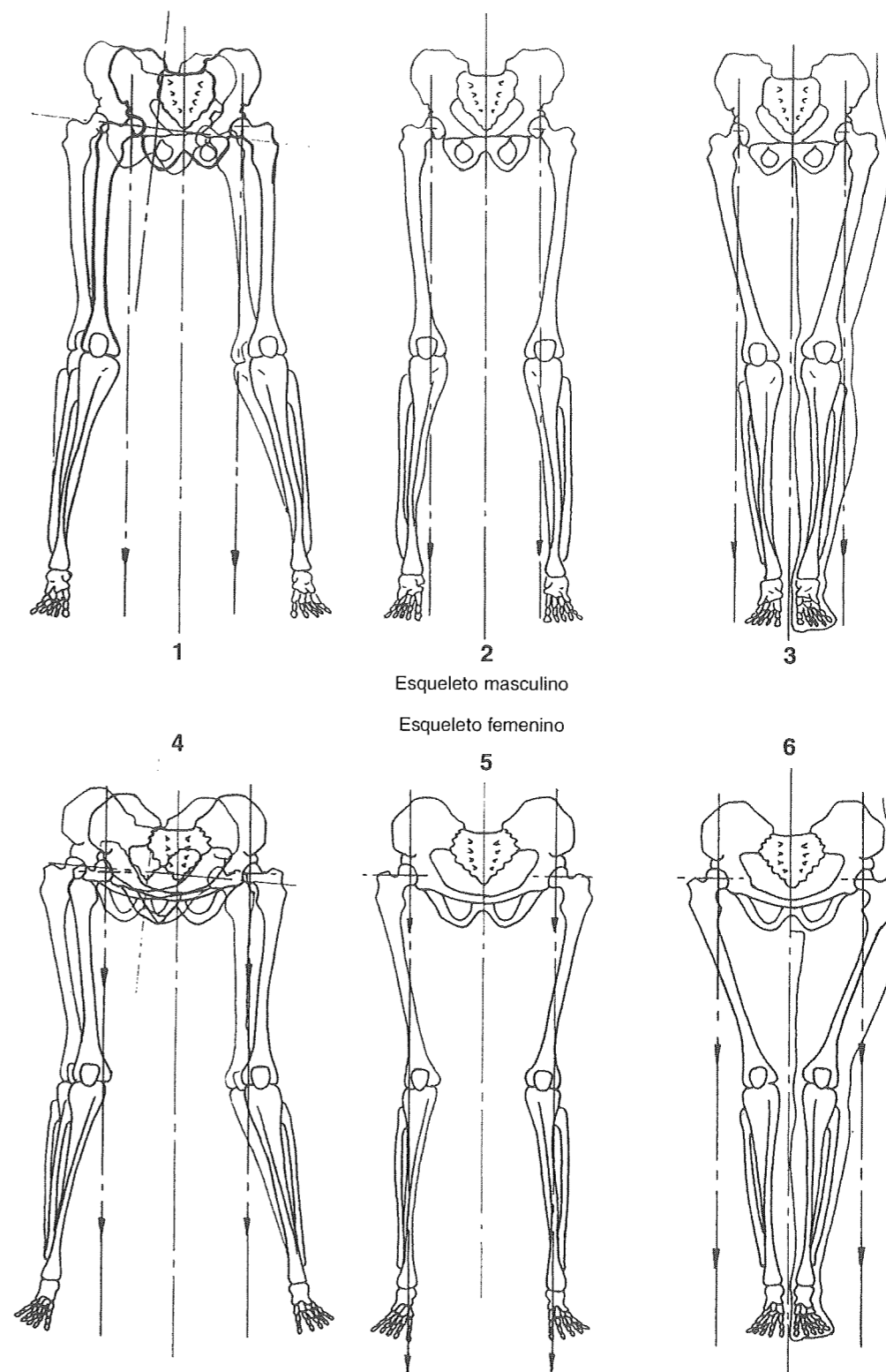
En el primer capítulo vimos que las proporciones de los esqueletos masculino y femenino son muy distintas y lo ilustramos utilizando el ancho de pelvis como estándar comparativo, con las alturas de cada esqueleto representando y reflejando el promedio diferencial entre sexos.

Las ilustraciones de la página siguiente muestran la construcción ósea de pelvis y piernas de un hombre y de una mujer de estatura similar, poniendo en evidencia que la anchura y profundidad de la pelvis femenina son mayores que en la masculina.

En cada figura, las líneas discontinuas dibujadas a la vertical de la articulación de cadera con respecto al suelo representan la dirección del peso del cuerpo compartido y soportado por igual por ambas piernas, asumiendo que el cuerpo se encuentra en posición erecta y simétrica.

1. Piernas y pelvis masculinas con los pies algo más separados que la anchura de hombros. El segundo esquema superpuesto al primero muestra la amplitud de movimiento lateral de la pelvis cuando la cadera se desplaza hacia un lado.
2. Piernas y pelvis masculinas con los pies separados a la anchura de hombros que, siendo proporcionalmente más anchos que los femeninos, coloca las líneas de carga cerca pero hacia la parte interna de las articulaciones de rodillas y tobillos. Como veremos más adelante, si los pies estuviesen colocados a la vertical de las articulaciones de cadera, la línea de fuerza pasaría exactamente por el centro de las articulaciones de rodillas y tobillos.
3. Piernas y pelvis masculinas con los pies juntos, con las líneas de fuerza pasando netamente por el exterior de las articulaciones de rodillas y tobillos.
4. Equivalente femenino de la **Figura 1**. Las líneas de fuerza son más cercanas a las articulaciones de rodilla que en la versión masculina y algo menos lejanas de las articulaciones de tobillos. La diferencia procede del ángulo de inclinación hacia el interior de los fémures femeninos, mucho más pronunciado que en los masculinos.
5. Piernas y pelvis femeninas con los pies separados a la anchura de hombros que, en la mujer, corresponde aproximadamente a la anchura de las articulaciones de cadera, de modo que las líneas de fuerza pasan por el exterior de las articulaciones de rodilla, pero casi centradas con las articulaciones de tobillos.
6. Piernas y pelvis femeninas con los pies juntos, con las líneas de fuerza pasando mucho más lejos de las articulaciones de rodillas y tobillos que en el equivalente masculino (**Figura 3**).

Como regla general, si la línea de una carga aplicada pasa por el centro de varias articulaciones alineadas, éstas serán eficientes, ya que sólo estarán expuestas a cargas de compresión. Cuando las líneas de carga no son coincidentes con una articulación, ésta estará sometida a cargas de compresión y de giro (torque) y será menos eficiente en un período de tiempo determinado.



POSTURA Y ESTABILIDAD (1)

En general, al referirnos al centro de gravedad del cuerpo, estamos designando un solo punto ubicado en alguna parte del abdomen, en el que la totalidad del cuerpo estaría en equilibrio, suponiendo que pudiese permanecer en estado rígido y simétrico. En realidad, cada parte móvil del cuerpo tiene su propio centro de gravedad y, dependiendo de la localización de cada parte en un momento dado, el centro de gravedad del conjunto estará en un sitio u otro, sin podersele aplicar permanentemente una ubicación determinada. Aunque dentro del alcance de este libro no sea práctica ni posible la demostración matemática de la ubicación del centro de gravedad general, es necesario tener presente el hecho que acabamos de exponer.

Al considerar la estabilidad y equilibrio de un arquero con relación a la unidad de soporte, es suficiente aceptar que el centro de gravedad de la unidad de fuerza se desplazará durante la acción de apertura, que sólo permanecerá en un punto estable cuando llegue al punto de anclaje y que debe ser mantenida encima de la unidad de soporte, que tiene su propio centro de gravedad.

Cuando se consigue una apertura eficiente, con la columna vertebral vertical y entonces se realinea el conjunto a una elevación distinta en tanto que parte de la unidad de puntería, el cuerpo pasa de una posición estable a otra. Como ese cambio sólo debe realizarse en el plano de tiro, el cambio combinado del centro de gravedad de ambas unidades también se mantendrá en el plano de tiro y continuará gravitando entre los pies.

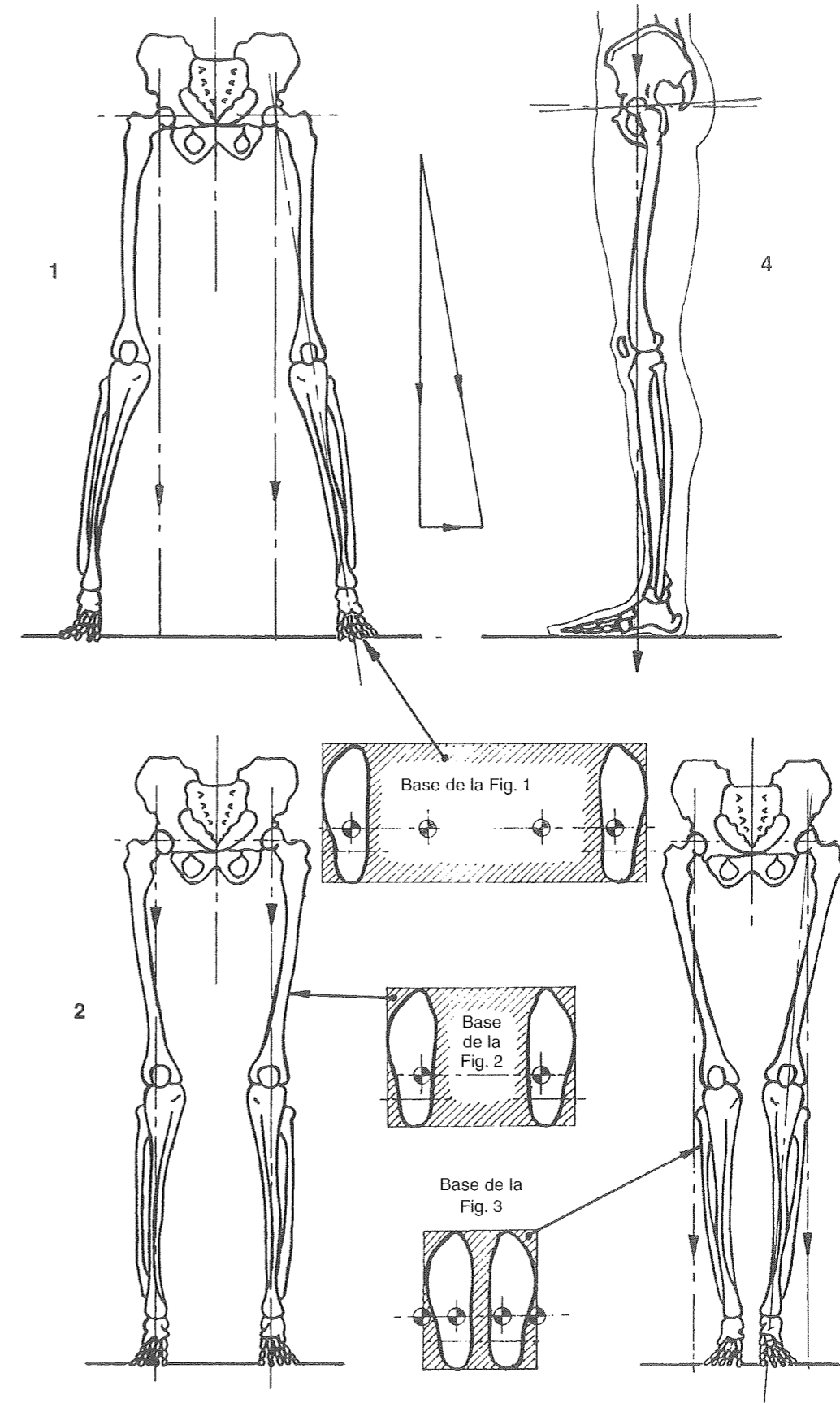
En las ilustraciones de la página siguiente, se supone que las unidades de soporte están manteniendo encima de ellas las correspondientes unidades de fuerza, alineadas de tal modo que sus centros de gravedad combinados actúan entre los dos pies.

Figura 1: muestra una postura en que la separación de pies es más amplia que la anchura de hombros, proporcionando una base larga muy estable en el plano de tiro; aunque las articulaciones de rodillas y tobillos estén sometidos a una cierta carga de giro (ver el diagrama de fuerza inserto entre las figuras), las ventajas sobrepasan el valor de las pequeñas desventajas.

Figura 2: muestra una postura en la que los pies se sitúan a la vertical de las articulaciones de cadera, de modo que todas las cargas de articulación son compresivas, pero con el área de base reducida en el plano de tiro.

Figura 3: muestra una postura con los pies juntos y con las líneas de fuerza actuando en la parte exterior de las articulaciones y también de la base; todo movimiento en el plano de tiro o en cualquier otro causará inestabilidad y pérdida de equilibrio.

Figura 4: vista lateral de la línea de fuerza ideal, actuando un poco por delante de las articulaciones de rodilla y tobillo, asegurando la estabilidad de las piernas y requiriendo poco esfuerzo muscular para permanecer en esa postura.



POSTURA Y ESTABILIDAD (2)

En el capítulo 4 realizamos una breve descripción de un posible colapso de postura haciendo referencia al hecho de que un doblez en "S" de la parte inferior de la columna vertebral produce tanta molestia que las caderas son empujadas en dirección a la diana, inclinando la pelvis para reducir el ángulo de salida de la columna vertebral. Más tarde, en el capítulo 5, consideramos la carga uniforme sobre columna y musculatura y también exploramos métodos para llevar a cabo técnicas que mantengan la integridad de la columna vertebral.

Dado que la columna vertebral es el elemento principal de sustentación de la unidad de fuerza y, siendo flexible en los planos medio y de tiro, es propensa a dañarse y a ser la causa de severos dolores de espalda. Es esencial eliminar de ella todas las cargas innecesarias o desequilibradas o, al menos, reducirlas.

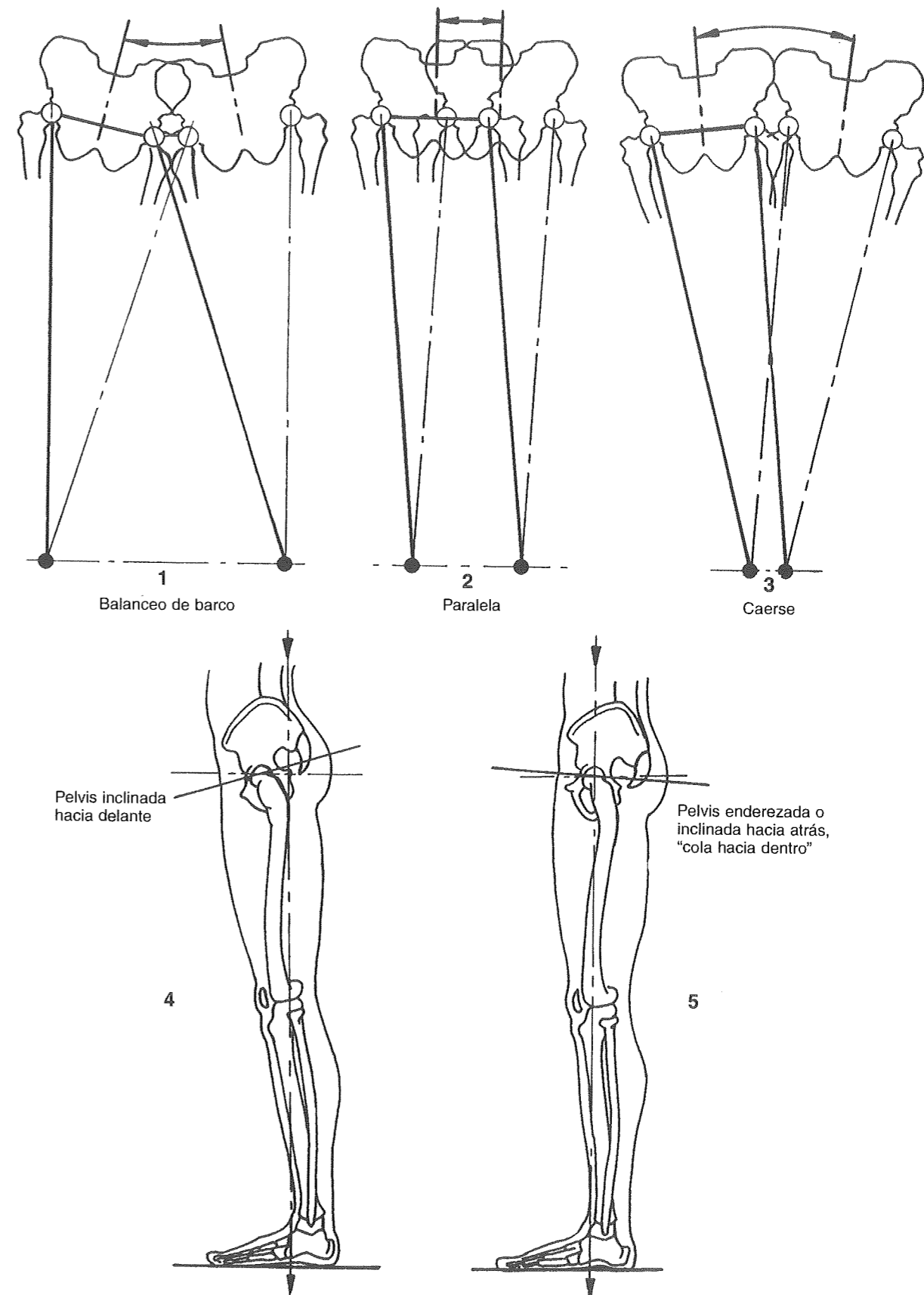
Como hemos mencionado con anterioridad, las instrucciones de los manuales acerca de la unidad de puntería son más bien vagas, limitándose a decir meramente "doblado lateralmente la cintura". Dado que la cintura está situada por encima de la pelvis, cualquier músculo de la espalda empleado para desarrollar y mantener la apertura será puesto en apuros al doblar la cintura, puesto que eso requiere que la columna vertebral flexione lateralmente y todos los músculos que comiencen o terminen en ella necesitarán alterar su longitud sin dejar de mantener la acción original. Seguramente por ese motivo, muchos arqueros opinan que la ejecución de esa acción es difícil.

Figura 1: muestra la postura ancha de la Fig. 1 del apartado anterior, con la pelvis moviéndose de lado a lado, como la acción de balanceo de un barco. Durante el balanceo, la columna vertebral es retenida en el ángulo correcto y se inclina acercándose o alejándose de la diana en el plano de tiro, sin afectar los músculos asociados a la acción de apertura y manteniéndose recta.

Figura 2: con los pies espaciados aproximadamente a la anchura de las articulaciones de las caderas, con cualquier movimiento lateral de las caderas la pelvis permanece nivelada y paralela al suelo, forzando la unidad de puntería a actuar por encima de ella con la curvatura consiguiente de la columna vertebral y sus secuelas. Si los pies están más juntos, como en la **Figura 3**, dependiendo de la dirección del movimiento de las caderas, la columna y los músculos de la espalda pueden verse en una situación comprometida.

Figura 3: muestra el efecto de una postura erecta con los pies juntos. Aquí, cualquier cambio lateral de las caderas puede provocar un cabeceo de la pelvis y producir una curvatura de columna vertebral, cuando el arquero lucha para mantener el equilibrio tratando de no caerse.

Figura 4: muestra la elevación lateral en la que, aunque la línea vertical de fuerza pase por las articulaciones de rodillas y tobillos, está muy por detrás de las articulaciones de cadera, debido a que el arquero las empuja hacia delante para mantener el equilibrio, mientras los hombros se inclinan hacia atrás añadiendo más carga a las mismas articulaciones. La corrección está descrita en la **Figura 5** y se realiza forzando el cóccix hacia abajo (meter la cola hacia dentro) para enderezar la pelvis e incluso inclinarla ligeramente hacia atrás, como se muestra en la ilustración.



POSTURA Y ESTABILIDAD (3)

En páginas anteriores vimos que la apertura en "T", aunque la acción vista desde el plano horizontal pareciera estar contenida en el plano de tiro, en realidad, vista desde encima muestra que existe una rotación considerable desde los pies hacia arriba, con inevitables cambios en la distribución de peso fuera del plano de tiro. También advertimos que no todas las realineaciones podrían completarse coherentemente.

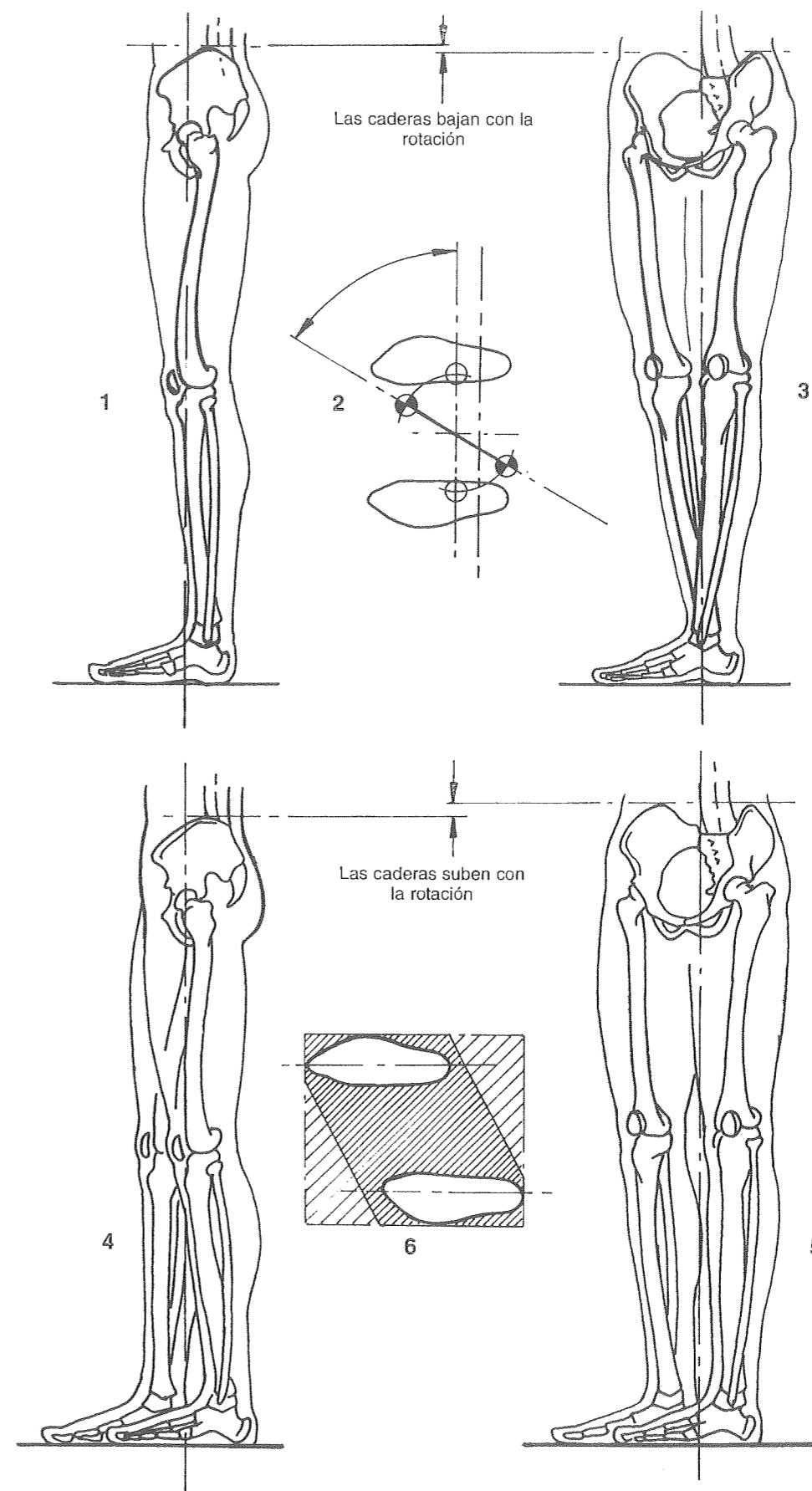
Las ilustraciones de la página siguiente explican por qué la recuperación se ve alterada en cualquier técnica que implique rotaciones del cuerpo, mostrando igualmente una alternativa que propicia la realineación.

La **Figura 1** muestra la postura inicial y final, vista desde la diana mientras que la **Figura 3** representa la posición de giro. El esquema de la **Figura 2** (en vista superior) muestra el ángulo de rotación de las caderas. Lo más destacable de esta acción es el descenso de la altura de la pelvis entre las **Figuras 1** y **3**. Una vez que el arquero haya girado hacia la diana con la pelvis en posición baja, para recuperar la alineación con la mente centrada en la acción de apertura, notará ciertas dificultades, puesto que sus piernas tendrán que levantar el peso de la unidad de fuerza contra la acción de la gravedad.

Las **Figuras 4** y **5** muestran de nuevo la postura inicial/final y de giro respectivamente, pero con la gran diferencia de que, en posición de giro, la pelvis se encuentra más elevada que al inicio/final. En este caso la recuperación y alineación están asistidas positivamente por la fuerza de gravedad. Esta acción se consigue como sigue: partiendo de la posición de la **Figura 1**, con los pies paralelos, el pie más alejado de la diana se adelanta aproximadamente la mitad de su longitud y se ajusta consecuentemente el peso del cuerpo, dejando el eje transversal de las caderas apuntando hacia la diana (**Figura 6**). Desde ahí, adquirir la posición de giro requerirá un esfuerzo consciente que, cuando se anule, inducirá a las caderas a deslizarse hacia abajo hasta alinearse sin esfuerzo consciente.

Téngase en cuenta que esta postura no es abierta, sino cuadrada o romboidal.

Experimentando con esta posición, se advertirá que la sensación durante la realineación es similar a la que tendría la pelvis deslizándose por la ladera de una colina hacia un valle y se elimina la posibilidad de una rotación en dirección contraria a la diana. Otra ventaja es el hecho de que, con técnicas que produzcan cambios de peso fuera del plano de tiro, el incremento de la superficie de base en el plano medio aporta mayor estabilidad.



7. Análisis de la unidad de confirmación

CABEZA, CRÁNEO Y AMPLITUD DE MOVIMIENTO

La cabeza no participa físicamente en el desarrollo de la apertura. Dado que la dirección del tiro debe ser el resultado de la alineación correcta del cuerpo, la única implicación física de la cabeza consiste en posicionar el ojo director detrás de la cuerda a distancia constante de la flecha, desde donde, y en colaboración con el cerebro, dirige la elevación de las unidades de fuerza y soporte hacia el objetivo final. Por lo tanto, la unidad de confirmación sólo está constituida por la cabeza, el cerebro y la vista.

Los huesos de la cabeza se dividen en dos grupos: el cráneo y la cara. El primero, que contiene y protege el cerebro y otros órganos sensitivos, está formado por ocho huesos inmóviles y encajados entre ellos. Por delante, se articulan con los huesos de la cara, de los cuales sólo es móvil la mandíbula o maxilar inferior. Entre éstos y los frontales, se encuentran las cavidades u órbitas de los ojos. El cráneo está situado en la parte superior de la columna vertebral, sobre la que puede inclinarse y girar con toda independencia, situándose las articulaciones entre el cráneo y la vértebra atlas y entre ella y la segunda cervical, la axis.

Figura 1: separación esquemática del cráneo y las vértebras asociadas a sus movimientos, mostrando la direccionalidad de los mismos.

Figuras 2 y 3: muestra la amplitud de inclinación proporcionada por la vértebra atlas, por encima y debajo de la horizontal, con un total aproximado de 45 grados.

Figuras 4 y 5: inclinación combinada del atlas y la columna vertebral, dando un ángulo total de 90 grados aproximadamente. Este movimiento se ve limitado con frecuencia por el contacto de la barbilla con el pecho y el de la base del cráneo con el cuello.

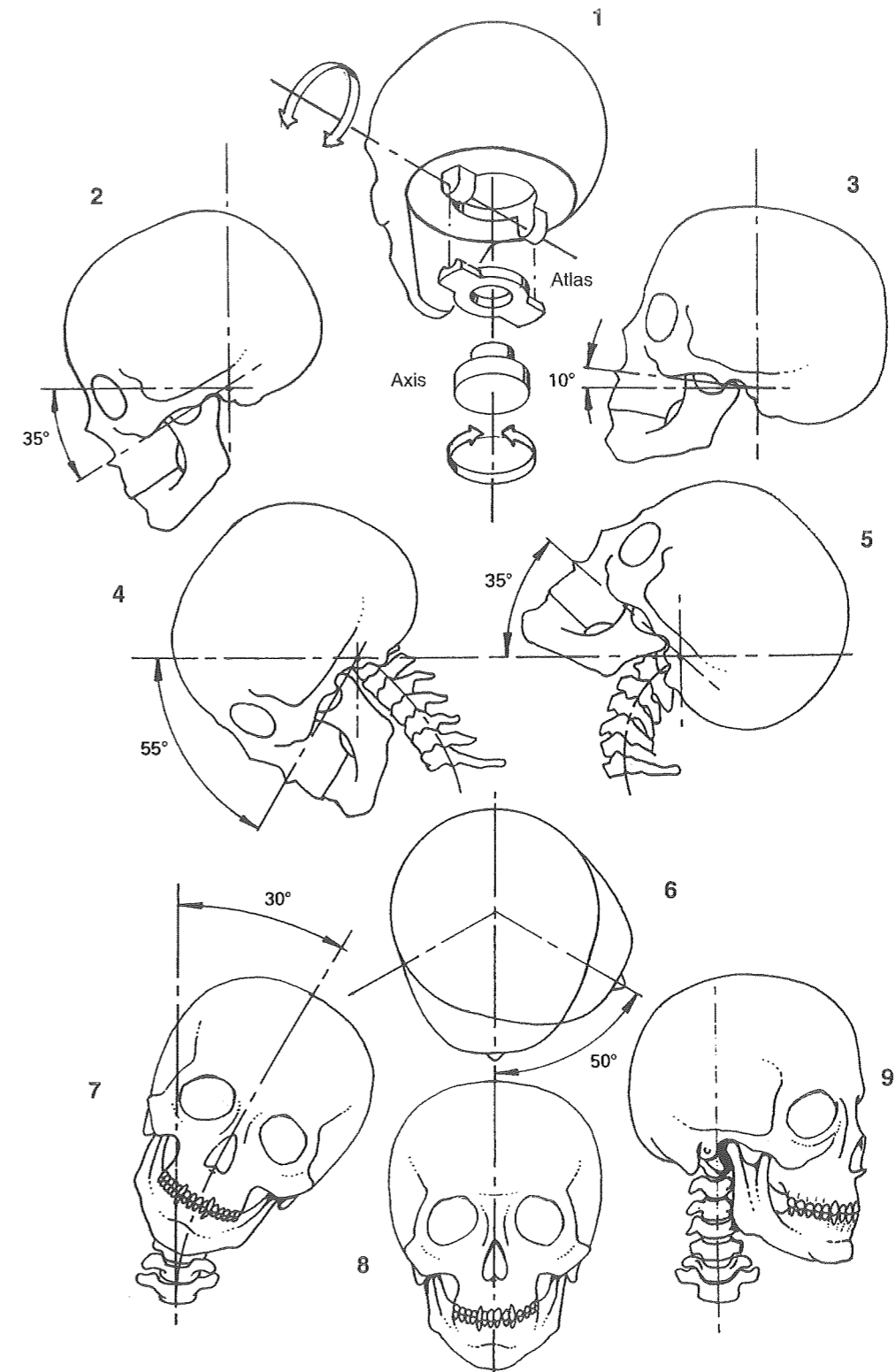
Figura 6: vista superior de la rotación típica del cráneo proporcionada por la articulación de las vértebras atlas y axis, de aproximadamente 50 grados hacia uno de los lados, sea una amplitud total de más o menos 90 grados.

Figura 7: amplitud de la inclinación lateral permitida por la columna vertebral, de unos 30 grados hacia cada lado.

Las **Figuras 8 y 9** muestran las proyecciones de la **Figura 6**, con la cara de frente y girada a 50 grados hacia la izquierda.

Después de los brazos y el conjunto del arco pectoral, la cabeza posee la siguiente gama de movimientos más amplios. La posibilidad de colocarla, con regularidad y precisión, en una posición determinada en relación con el resto del cuerpo es prácticamente inexistente, a menos que se le proporcione otra referencia.

En los principiantes, puede observarse que el intento de dar al cuerpo una posición repetitiva en relación con la diana les impone movimientos forzados, con tensiones innecesarias en los músculos del cuello.



CABEZA, MÚSCULOS DE CABEZA Y CUELLO

La cabeza contiene los órganos sensoriales de sonido, olor, gusto, equilibrio y vista, que, junto con otros sensores del sistema nervioso, proporcionan información al cerebro.

Durante el desarrollo o modificación de una aptitud motora, el cerebro es el responsable de aprender los elementos y secuencias necesarios para que el cuerpo realice la técnica que practica, llevándole hasta el nivel en el que su pericia llega a tener una respuesta uniforme. En consecuencia, la acción física del tiro con arco no se controla conscientemente, excepto su aprendizaje o modificación, sino que está constantemente monitorizada por el cerebro, quien compara en cada instante lo que sabe que es correcto con lo que realmente está ocurriendo. Si, en cualquier momento, ambas sensaciones son contradictorias, se para la acción, pero si coinciden, la acción continúa, permitiendo que la conciencia y sensibilidad de mente y cuerpo se refinan progresivamente.

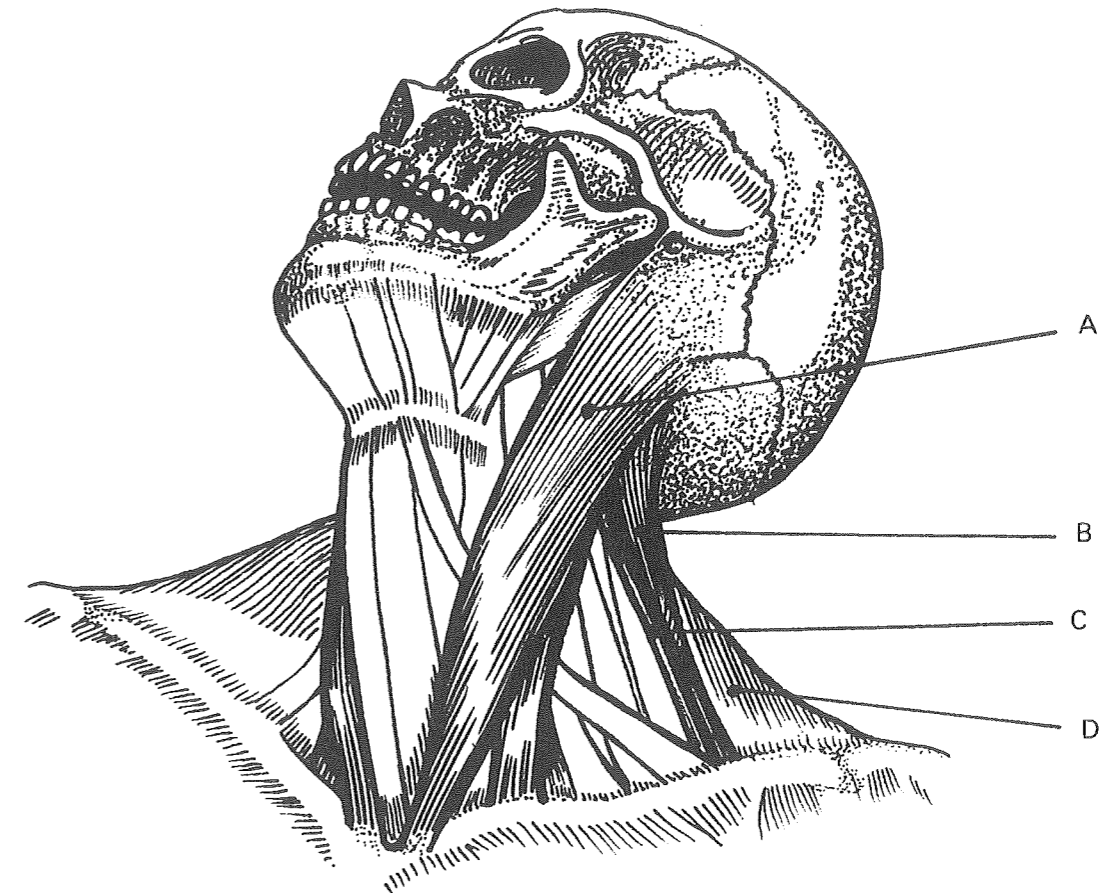
Excepto para localizar el objetivo y mantener una relación continua con el arco, flecha y cuerda mediante el ojo director, la cabeza no contribuye físicamente en el desarrollo de una apertura anatómicamente eficiente, ni participa de la eficacia primordial de la suelta. El control y la aplicación de la cabeza forman parte de la destreza motora total, descuidada o subdesarrollada con frecuencia, seguramente porque en casi toda la acción física la colaboración de la cabeza es superflua y, cuando apenas se necesita esfuerzo físico, se mantiene pasiva.

El resultado es que, a menudo, la cabeza es mantenida con rigidez en una posición fija o se la acerca o aleja bruscamente de la cuerda, sobre los pies o hacia la columna vertebral, siendo cualquiera de esas situaciones un posible peligro para la ejecución de una buena apertura o para mantener el ritmo de secuencia y la eficacia.

En esas condiciones, la rigidez o tensión en el cuello y zona alta de la espalda forman abultamientos duros que pueden ser percibidos y palpados por el entrenador.

La ilustración de la página siguiente muestra los músculos más afectados de esas áreas, fácilmente reconocibles:

- A. Los esternocleidomastoideos. La contracción de ambos levanta la cara o, con la cara hacia abajo, la fuerzan contra el pecho; unilateralmente, gira la cabeza hacia el lado contrario.
- B. El esplenio. Proporciona a la cabeza tracción hacia atrás, lateral y de giro.
- C. El elevador de escápula. Ayuda a elevar los omóplatos hacia las cuatro vértebras cervicales superiores.
- D. El trapecio. Tira de los hombros hacia la base del cráneo.



Áreas obvias en las que puede detectarse la tensión.

CABEZA, ÁNGULOS DE CUELLO Y CARA

Los ángulos de la cara dependen del tipo al que pertenezca la persona y, como también hay diferencias individualizadas, hay que observarlos detenidamente.

Las ilustraciones de la página siguiente muestran cinco conjuntos de ángulos de cara en relación a los ángulos de cuello en los que cada tipo soporta la cabeza. Los ángulos vienen definidos por las líneas que los componen: una enlaza la base del tabique de nariz con el meato auditivo exterior (donde también acaba la línea de cuello) y otra une la prominencia de la frente con la de la barbilla.

El ángulo formado por las líneas de cuello y nariz/oído presenta poca variación de un individuo a otro, pero ambas líneas ofrecen marcadas diferencias de ángulo con la línea frente/barbilla en la mayoría de casos considerados.

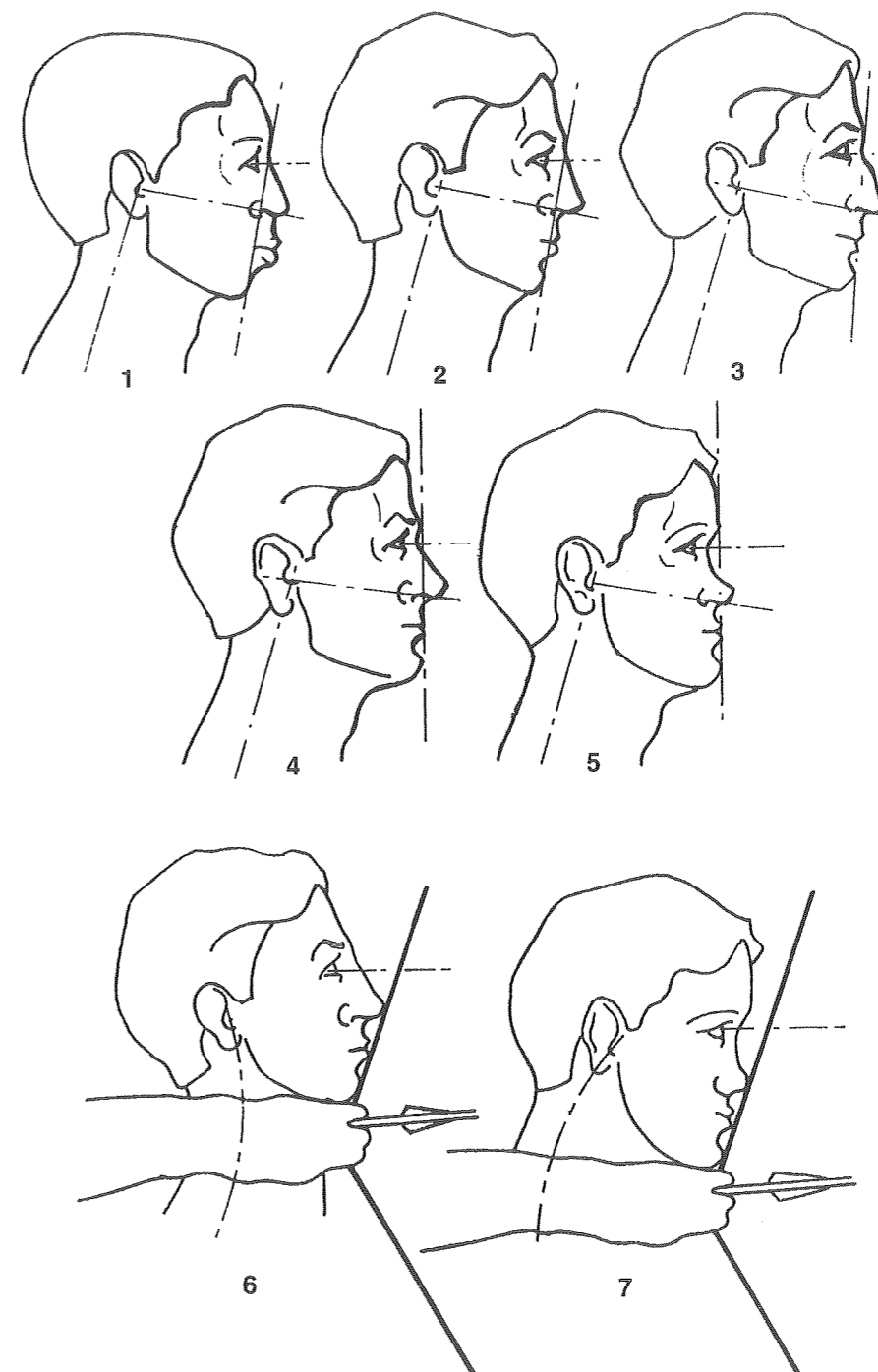
Desde el punto de vista del tiro con arco, lo más significativo es la relación de nariz y boca con el plano frontal de la cara: a algunos arqueros les sobresalen considerablemente del plano y, a otros, la nariz y boca quedan justo al mismo nivel o por detrás del plano frontal.

Otro punto de interés es la forma y la línea de mandíbula, que puede variar desde una curva más o menos regular y continua hasta ser muy cuadrada y angular.

El objeto de estas ilustraciones es mostrar que, si se pretende que un arquero desarrolle una aptitud motora anatómica y psicofísicamente eficiente, cualquier técnica básica de tiro que utilice como referencia el centro de la punta de la nariz, de la barbilla o de la boca está fatalmente condenada al fracaso. Además de actuar como una barrera física para la cuerda, impidiendo que la apertura alcance su eficiencia óptima, impone inclinar la cabeza hacia atrás con los ojos girados hacia abajo o hacia delante con los ojos girados hacia arriba; en cualquiera de esos casos hay que utilizar innecesariamente nuevos músculos de cuello y ojos, provocando tensiones.

Como no tiene sentido enseñar una técnica potencialmente destinada a fracasar, aunque sea como primer paso para mejores propósitos, el uso desde el principio de referencias alternativas (lateral de la punta de la nariz, lateral de la mejilla y anclaje bajo mandíbula) evita esos y otros problemas, así como la necesidad de tener que acudir a reeducación psicofísica posterior.

Las Figuras 1 a 5, muestran una selección de tipos de cara que podrían corresponder a cualquier sexo. Las Figuras 6 y 7, muestran de nuevo los tipos de las figuras 2 y 5, con referencias en el centro de la cara y bajo mandíbula. En la Figura 6 el cuello está forzado hacia atrás y los ojos girados hacia abajo, mientras que la Figura 7 presenta el cuello forzado hacia delante y los ojos girados hacia arriba.



OJOS, ESTRUCTURA

La **Figura 1** muestra la sección horizontal de un ojo, con las partes principales del sistema óptico.

El cristalino, la córnea y la cámara anterior proporcionan el enfoque para percibir una imagen nítida en la retina, superficie sensitiva interior compuesta por muchos receptores que convierten la cantidad y frecuencia de luz recibida en impulsos eléctricos, transmitidos al cerebro a través del nervio óptico.

En el punto en que el nervio óptico atraviesa la retina, no existen receptores y se crea una pequeña área a la que no se transmite imagen alguna, un punto ciego.

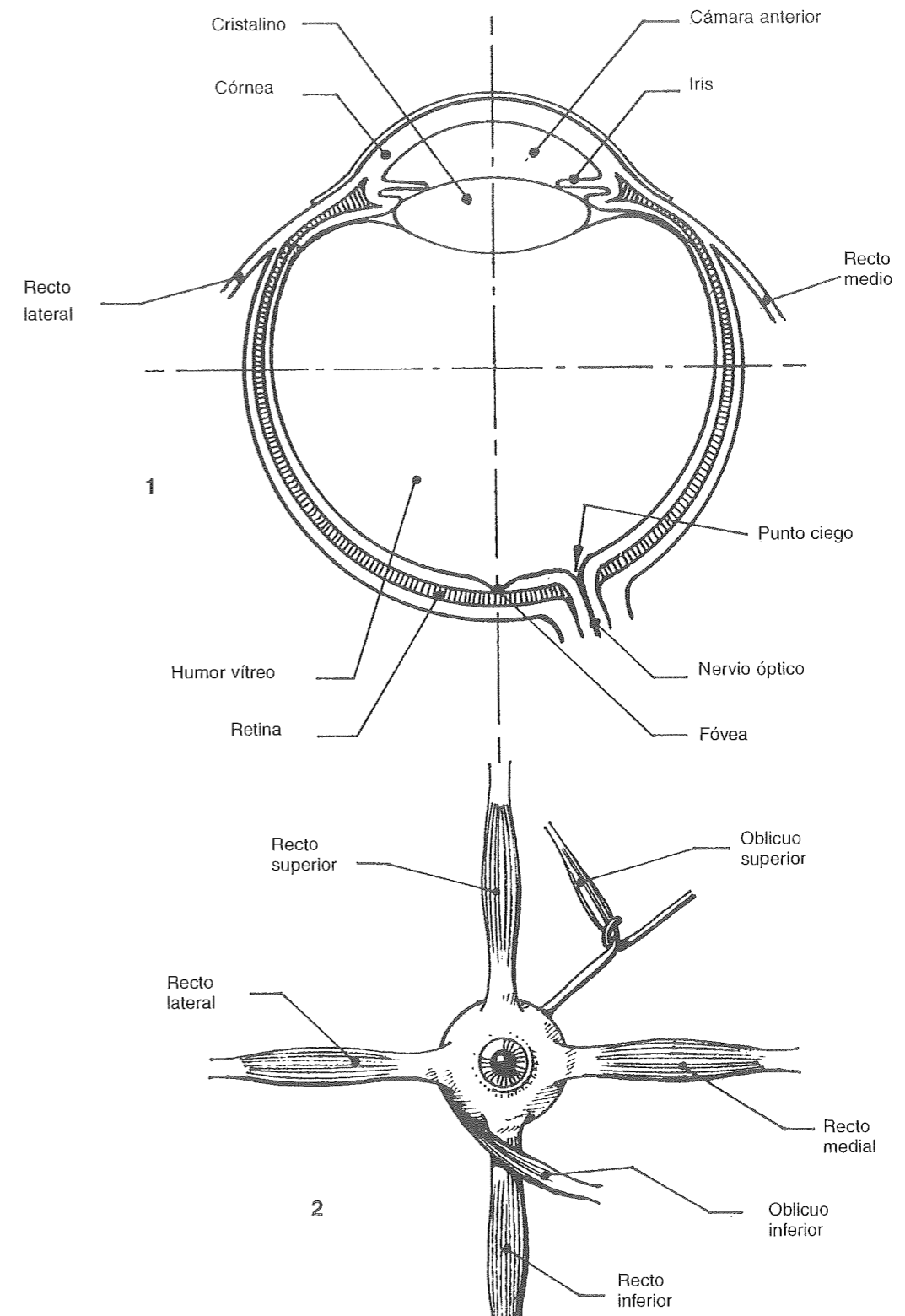
La fovea es un área en la que los receptores están más concentrados y está ubicada exactamente en la parte opuesta del centro óptico del cristalino y de la córnea. La cantidad de luz que llega a la fovea y retina que la rodea está controlada por el iris, un anillo compuesto por dos conjuntos de fibras musculares, uno con las fibras colocadas radialmente para dilatar la pupila y otro con las fibras colocadas circularmente para contraerla. La dilatación y la contracción son involuntarias, pero pueden provocarse mediante estimulación emocional: ver, oír e incluso pensar en algo agradable o deseable es causa de dilatación de la pupila, pero los mismos sentidos, estimulados por odio o disgusto, la contraen. Al ver objetos con buena iluminación, la pupila contraída produce un efecto de aumento de la profundidad de campo.

El ojo es capaz de moverse en todas direcciones mediante seis músculos extrínsecos, mostrados aparte en la **Figura 2** para mayor claridad. En este caso corresponden al ojo derecho. Los seis están agrupados en tres pares, uno para los movimientos en el plano vertical, otro para los movimientos horizontales y el restante para estabilizar la acción de los demás.

Nuestros dos ojos nos proporcionan visión binocular y, como cada ojo observa un objeto desde un ángulo ligeramente distinto, la imagen es estereoscópica o tridimensional; la cooperación de ambos ojos, al cambiar su enfoque y ángulo de convergencia visual, también proporciona la capacidad de juzgar distancias dentro de ciertos límites, pudiendo hacerlo con relativa precisión hasta la distancia máxima a la que el cuerpo pueda arrojar un objeto (en la naturaleza, no hay necesidad de precisión para distancias mayores).

El ojo dominante, el que mira directamente a un objeto mientras el otro lo hace desde un ángulo, está situado generalmente en el mismo lado que el marcado por la lateralidad del individuo. Cuando no lo está, dado que el objetivo es crear un arquero con una respuesta completamente unificada, sin conflictos físicos ni mentales, es necesario que esa persona sea entrenada de acuerdo con su ojo dominante.

NOTA: Muchos instructores optan por la vía fácil y eligen utilizar la lateralidad aparente mostrada por el discípulo en vez de dejar que sea el ojo dominante el que dicte la mano de tiro. Es una práctica deplorable.



OJOS, AMPLITUD DE MOVIMIENTO VERTICAL

Cada globo ocular, con el conjunto de músculos que lo controlan, yace en un hueco de los huesos del cráneo, llamado órbita ocular (Figura 1).

El globo ocular, con sus músculos y nervio óptico, está envuelto en un paquete de grasa que, además de proporcionar una envoltura de sustento exenta de fricciones, evita también los posibles roces de los músculos sobre el globo. Un séptimo músculo, elevador del párpado superior, situado a lo largo de la parte superior de la órbita, tiene la misión de subir y mantener el párpado superior cuando se desea tener el ojo abierto (Figura 2).

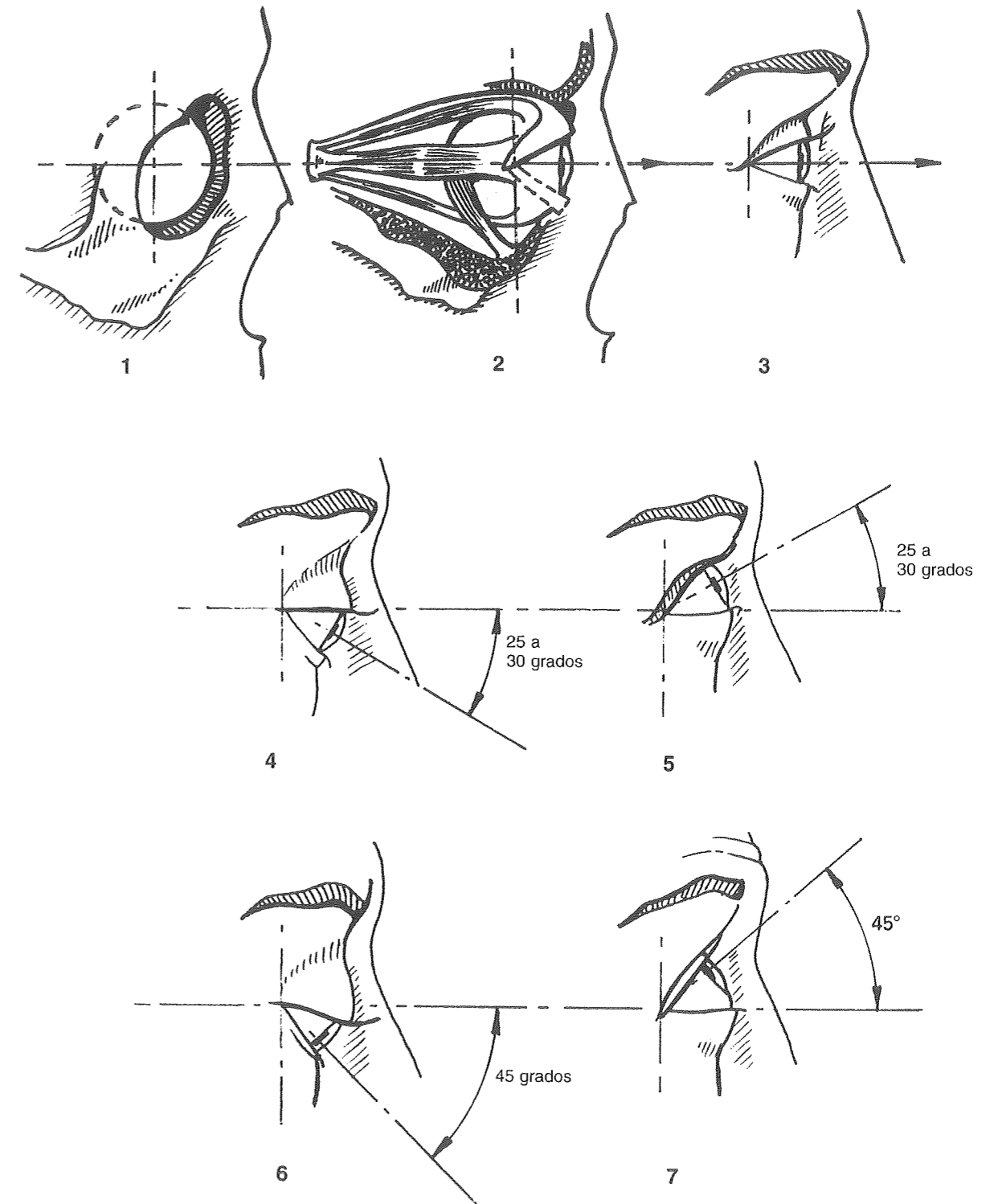
El ojo, mantenido en su lugar por músculos y grasa, está protegido frontalmente por párpados (Figura 3), consistentes en pliegues móviles de piel, cuya forma está mantenida por una capa fina de fibras tendinosas y musculares dispuestas en círculo que sirven para cerrar los párpados (músculo orbicular).

Mirando recto hacia delante, los músculos que controlan los movimientos de los ojos se encuentran en estado de contracción mínima, cercano a la relajación. En cambio, los ojos en sí mismos, a menos que estén enfocando un objeto preciso, se moverán aleatoria y constantemente buscando y enfocando todo lo que tienen enfrente, sin alterar por ello la posición del globo ocular.

La amplitud normal de movimiento vertical de la visión activa es de 25 a 30 grados (en ambas direcciones), utilizando los músculos superior e inferior de los párpados (Figuras 4 y 5) para proporcionar una visión fovea clara y límpida.

Se puede forzar un ángulo máximo de visión a 45 grados (en cada dirección), al precio de menguar la visión fovea e involucrar en el gesto otros músculos de la cara, especialmente cuando se vuelven los ojos hacia arriba y se utilizan los músculos de la frente para elevar y retirar las cejas y la piel de la línea de visión (Figuras 6 y 7).

Estas últimas situaciones son las que hemos visto en las posiciones mostradas en las figuras 6 y 7 del penúltimo apartado, en las que la visión fovea del ojetete del visor y de la diana está obstaculizada por las inclinaciones exageradas de las cabezas.



OJOS, AMPLITUD DE MOVIMIENTO HORIZONTAL

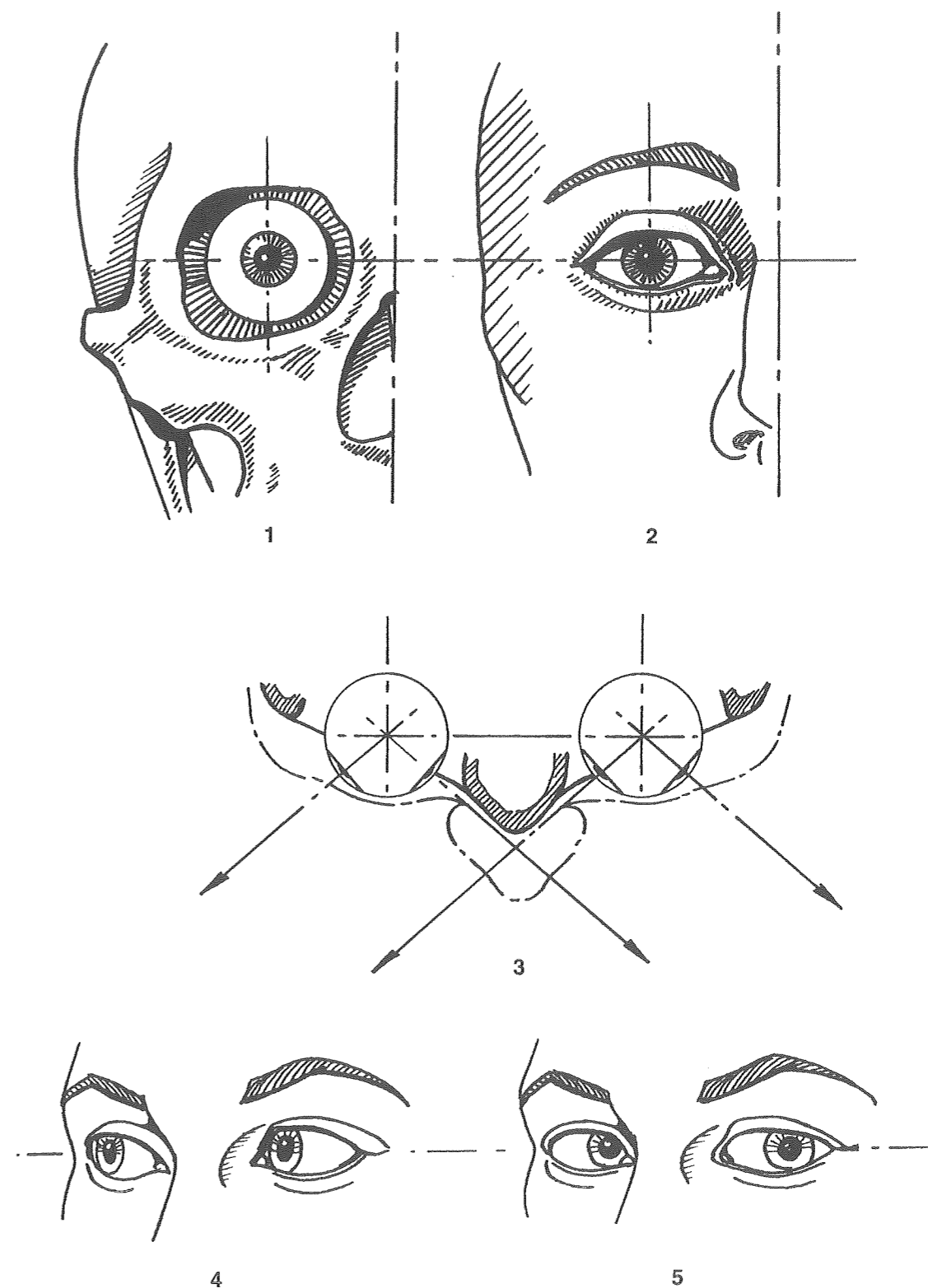
Los dos ojos están espaciados de modo que sus centros coinciden normalmente con las comisuras de la boca en estado de relajación. Es posible que ese dato no parezca importante, a menos que se considere la relación existente entre la cabeza girada con los ojos puestos en la diana y la posición de la cuerda en la cara. Con visión fovea clara del ojo dominante y una longitud de apertura anatómicamente eficiente, la cuerda pasa normalmente descendiendo por la cara, toca apenas el lateral de la punta de la nariz y cabalga sobre la comisura de la boca hasta algún punto situado entre la barbilla y el ángulo posterior de la mandíbula.

Figura 1: aspecto frontal del cráneo, mostrando el globo ocular ubicado en la órbita o cavidad de los huesos de la cara.

Figura 2: misma parte corporal anterior, mostrada con la piel de la cara y los párpados.

Figura 3: sección horizontal de la parte frontal de la cabeza a la altura de los ojos. Las líneas de visión a izquierda y derecha representan la amplitud de movimiento del ojo, dentro del rango de visión fovea clara para ambos ojos; todo movimiento más allá de esos límites implica que uno de los ojos gire hacia el interior y pierda visión debido al obstáculo presentado por la nariz en la línea de visión. Con los ojos colocados como en la ilustración y enfocados sobre un objeto preciso, una inclinación hacia atrás de la cabeza también colocará el resto de la nariz en la línea de visión del ojo que mire hacia el interior. La cantidad de giro ocular mostrada está comprendida dentro de la amplitud normal activa de los músculos, y todo movimiento más allá de esos límites se sustituye por un giro de cabeza que mantenga una clara visión fovea para ambos ojos.

Figuras 4 y 5: vistas de la cabeza con los ojos girados a derecha e izquierda respectivamente. En ese punto, ambos ojos tienen todavía una buena visión fovea, con una pequeña latitud de movimiento. No obstante, a partir de ahí, aunque el ojo que mira hacia el exterior continúe teniendo una conveniente visión fovea, el ojo que mira hacia el interior irá perdiéndola no sólo debido a la nariz, sino también porque está entrando en el acusado ángulo formado por los párpados.



OJOS, RELACIÓN CON EL GIRO DE CABEZA (1)

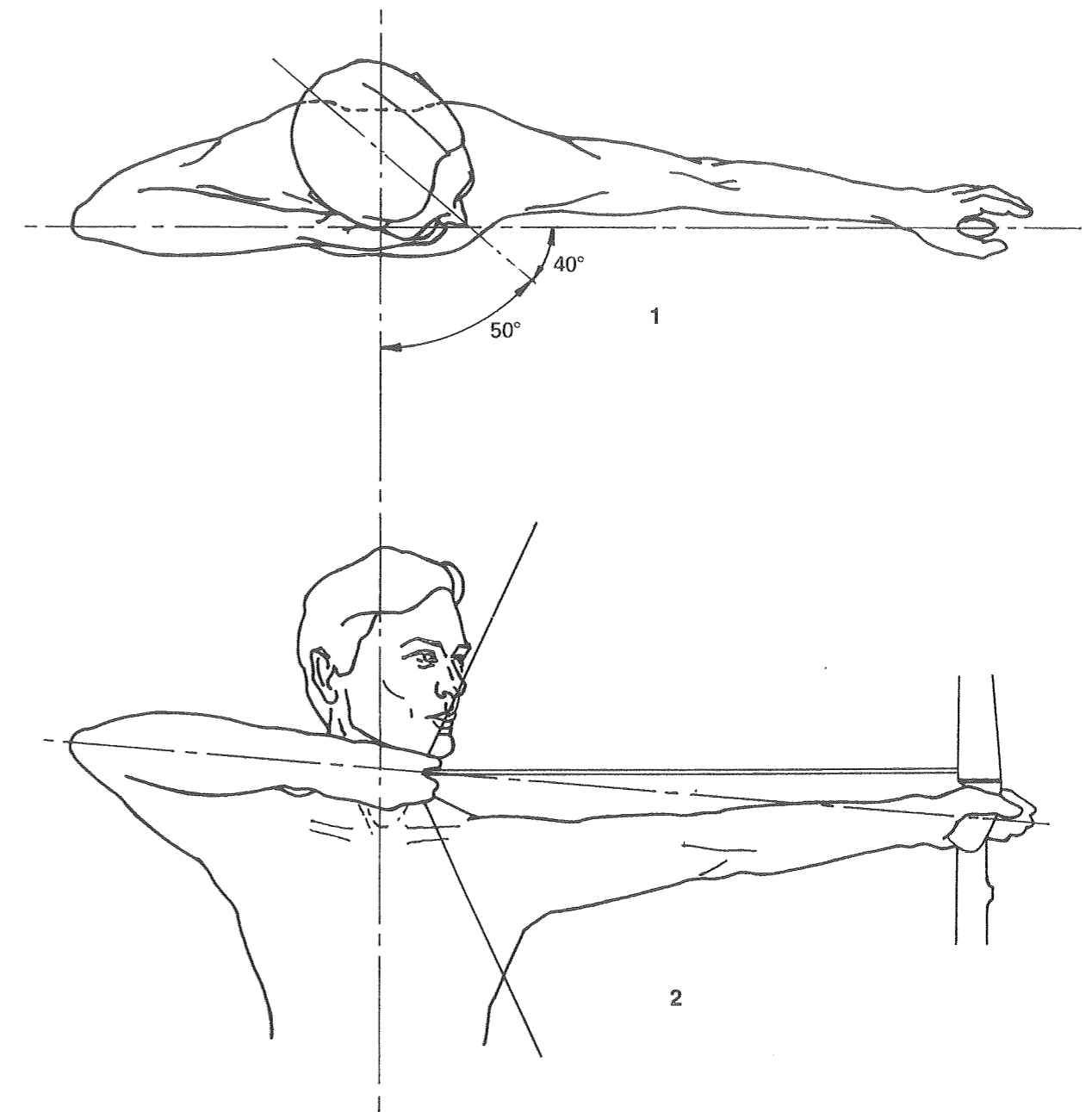
Al posicionar la cabeza con relación al arco tensado, hay que tener en cuenta ciertas consideraciones anatómicas y mecánicas. Primera, la cabeza no debe poner en peligro el desarrollo de la apertura, obstruyendo el recorrido de la mano de cuerda. La segunda da por sentado que la cabeza y el cuello deben permanecer relajados, como ha sido explicado en un capítulo anterior. La tercera consideración es recordar que la rotación de cabeza y ojos debe permanecer dentro de las amplitudes de actividad normal y que los ojos deben conservar una visión fovea clara cuando estén correctamente posicionados y alineados con la mano de cuerda, con la cuerda tensada y con el visor del arco.

En las ilustraciones de la página siguiente el arquero tiene los huesos claviculares rectos, un tipo de cuerpo con cuello alargado y cabeza con mandíbula de ángulos acusados. La apertura está completamente desarrollada hasta punto de anclaje, el hombro de arco está ajustado hacia abajo y atrás, la columna vertebral se mantiene a la vertical a lo largo de la unidad de fuerza y cabeza y, para el punto de referencia, la cuerda pasa por el exterior de la punta de la nariz, lateral de la cara y mandíbula.

1. La línea de esfuerzo (DFL) pasa por el centro de soporte formado por el arco y la mano del mismo, por la muñeca de la mano de cuerda y por el codo de la misma. La línea de visión está inmediatamente por encima de la de esfuerzo en el plano de tiro, y la cabeza ha girado aproximadamente 50 grados, de modo que al girar los ojos los restantes 40 grados continúan teniendo una clara visión fovea.

2. La línea de esfuerzo pasa por el punto de apoyo de la mano de arco, punto de enfleche y codo de cuerda, mientras el cuerpo y cabeza permanecen erguidos a la vertical del suelo. El hecho de que el músculo esternocleidomastoideo derecho comience a mostrarse algo abultado indica que está a punto de completar su rango máximo de esfuerzo activo, pero todavía en estado confortable.

En el próximo apartado, este mismo arquero modificará su eficiente postura, al cambiar la posición de cabeza por haber adoptado una referencia distinta en la cara.



OJOS, RELACIÓN CON EL GIRO DE CABEZA (2)

El arquero, que en el apartado anterior demostraba tener un concienzudo conocimiento técnico y disponer de la habilidad necesaria para desarrollar una apertura eficiente, está aplicando aquí la misma integridad y empeño para desarrollar una apertura modificando la posición de cabeza, con referencia frontal en nariz y barbilla.

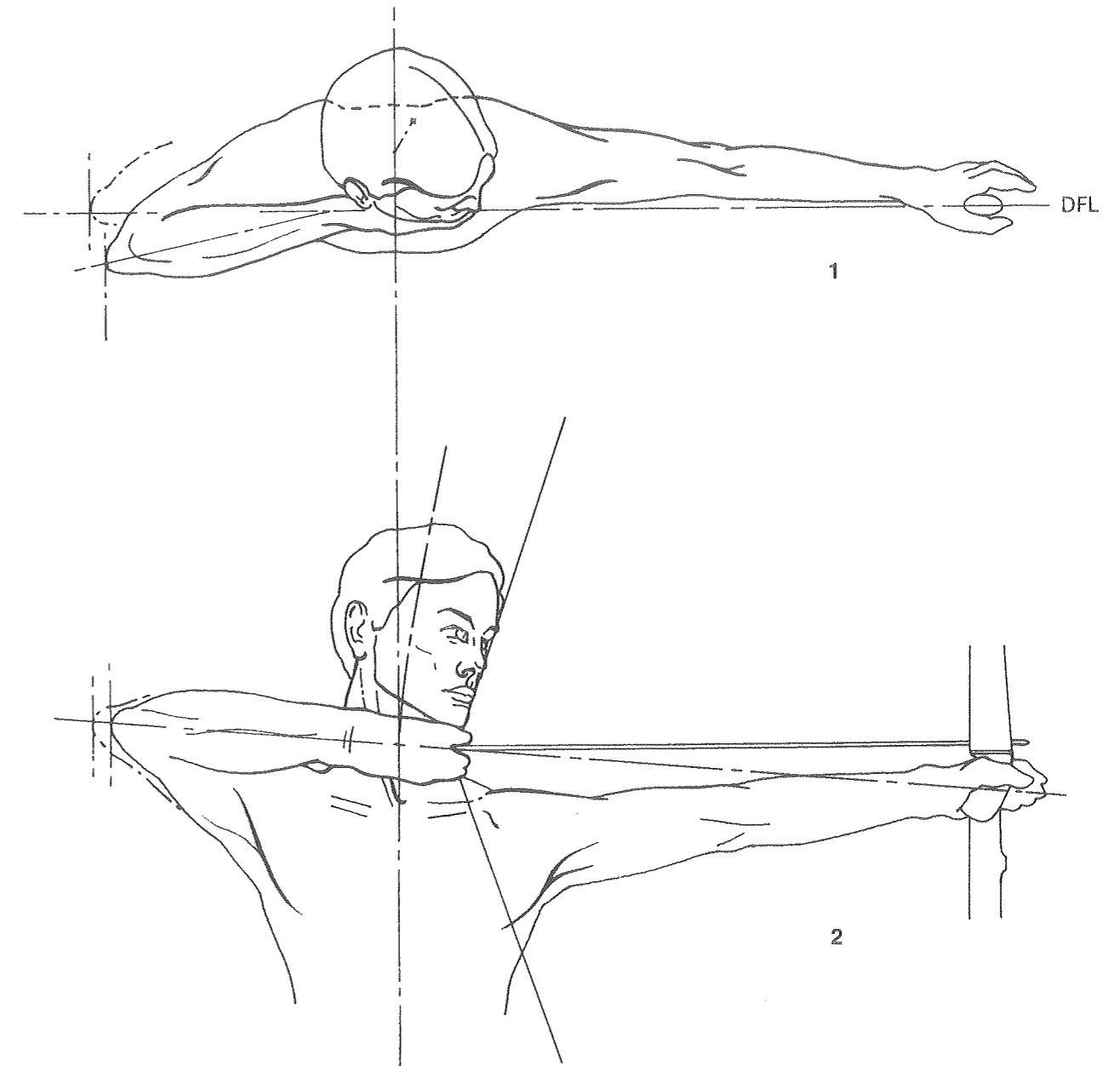
1. La apertura ha empezado a desarrollarse como antes, pero, sabiendo que es preciso adoptar una nueva referencia en la cara, la cabeza se ha inclinado en diagonal hacia el hombro de arco, de modo que la punta de la nariz permanece a la vertical del centro de la barbilla, llevando el ojo director al mismo plano vertical. Como resultado, la mano de cuerda se ha colocado más cerca del cuerpo, acercando también la línea de acción y la trayectoria de cuerda al hombro y brazo de arco.

Dado que la apertura se ve interrumpida por la barbilla, no se desarrolla completamente y, como el codo de cuerda todavía se encuentra fuera del plano de tiro, la carga del hombro permanece alta y el esfuerzo de apertura es retenido en el bíceps, en vez de pasar a la espalda.

2. Al pasar por todos los puntos requeridos, la línea de esfuerzo (DFL) presentada en esta vista disimula que el arquero no ha llegado a apertura completa, a menos de caer en la cuenta de que la flecha sobresale por la parte frontal del arco o pueda verse la posición del arquero a lo largo del eje de tiro. Como la cabeza está inclinada hacia el arco, dando la impresión de concentración, la tensión en el cuello sólo puede ser reconocida por la prominencia del músculo esternocleidomastoideo en el lateral derecho del mismo.

La apertura inacabada, la muñeca de cuerda torcida, el espacio total reducido y la suelta un desconcierto, con el riesgo de que la cuerda pueda golpear el brazo de arco en dos puntos distintos. La tensión en el cuello y en la parte superior de los hombros se intensificará, al cometer otras faltas en un intento de evitar las molestias actuales.

A pesar de haber trabajado sobre una técnica relativamente común para demostrar que donde se llega es a un resultado nada satisfactorio, al igual que en el apartado anterior vimos algo parecido con la apertura en "T" o "V", esta posición de apertura final es difícil de crear si se empieza por una preparación de apertura en posición alta, lo que conserva la cabeza y cuello relajados y fuera de la trayectoria de la mano de cuerda hasta que la apertura se completa en el punto de anclaje.



OJOS, RELACIÓN CON LA ALTURA DE LA UNIDAD DE FUERZA

En la página 66 hemos considerado anteriormente la estatura de los arqueros y el nivel de sus ojos en relación con la altura del centro de diana, constatando que, a 18 metros, un arquero de gran estatura equipado con accesorios de competición tendrá que apuntar inclinando la unidad de fuerza hacia delante.

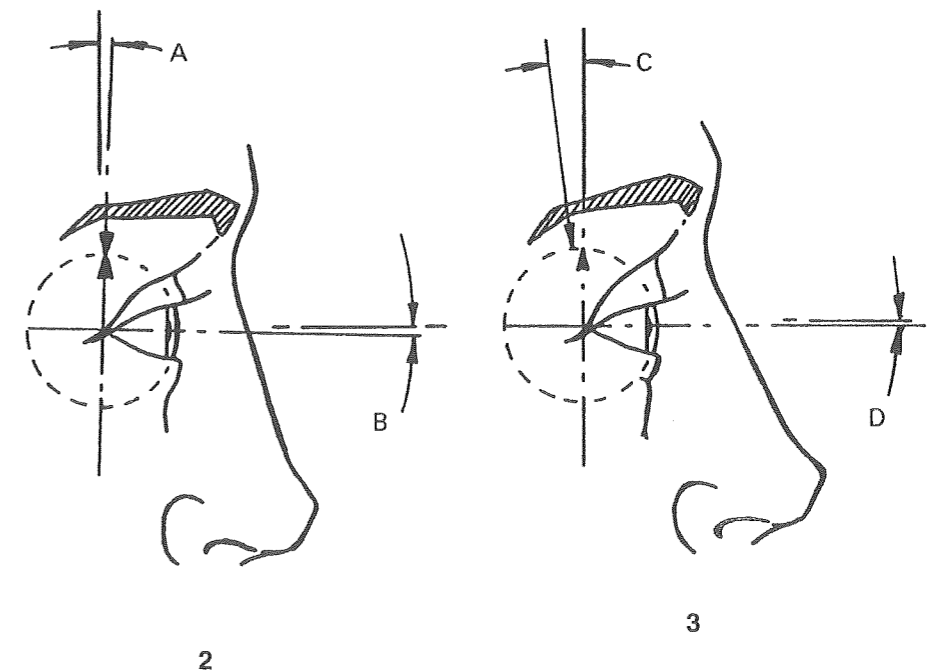
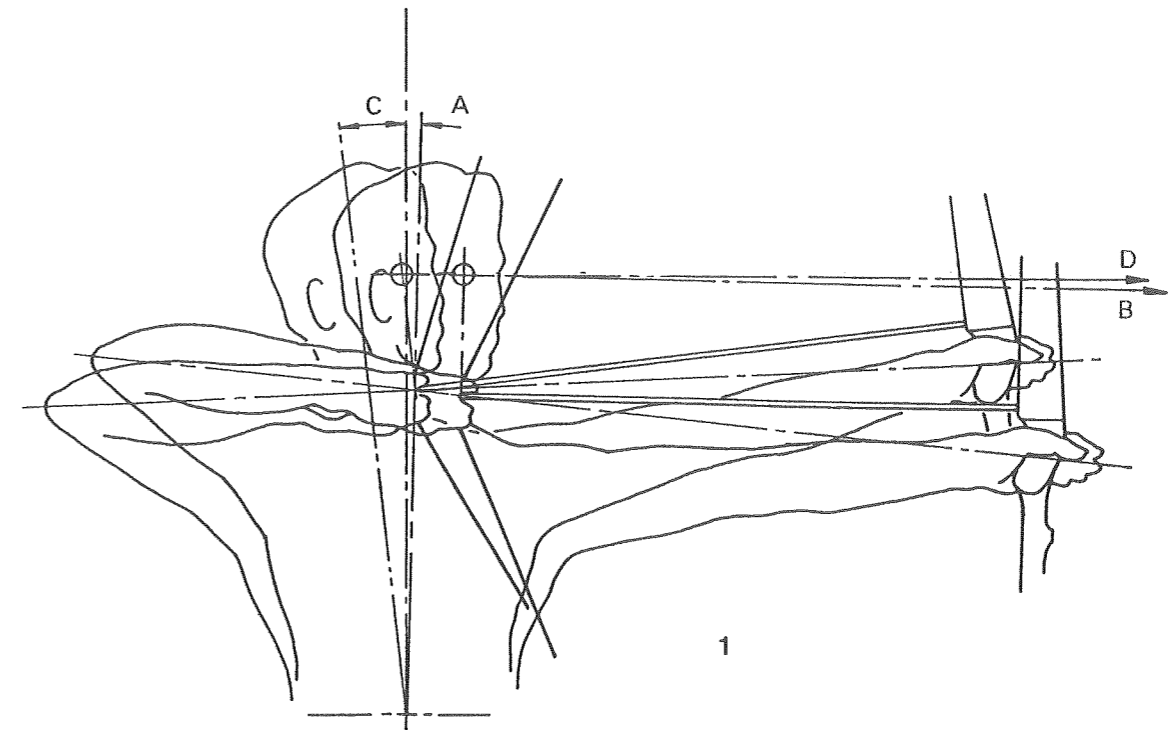
Con un equipo moderno, bien ajustado y una técnica de tiro eficiente, el cambio total de elevación de arco (y por consiguiente, de inclinación de cuerpo) entre 18 y 90 m, será de 12 a 15 grados.

Por consiguiente, aunque el cambio de ángulo en la línea de visión sólo sea de uno o dos grados, la rotación vertical real del globo ocular en su órbita será la misma que tenga el arco, es decir, de 12 a 15 grados, acorde de todos modos con la amplitud normal de movimiento respecto a una posición erguida del cuerpo.

La **Figura 1** muestra el pequeño cambio habido en la línea de visión de la diana, junto con el cambio requerido en la inclinación del cuerpo entre apuntar a 18 metros y a 90 metros. En la **Figura 2** se muestra la inclinación hacia delante (ángulo "A") del cuerpo, con el ángulo de la línea de visión ("B") baja, requerido a 18 metros. La **Figura 3** muestra la inclinación hacia atrás del ángulo del cuerpo ("C") y el ángulo ("D") de la línea de visión menos baja, requerido para tirar a 90 metros. La rotación total hacia abajo del ojo con respecto a la cabeza es de "A+B+C-D".

Con algunos equipos, la diferencia entre "A" y "B" en la **Figura 2** se puede reducir a cero, pero, en cualquier caso, la amplitud de rotación del ojo está dentro de la gama activa normal y siempre se mantiene una visión fovea clara.

En el apartado siguiente veremos que, con otras técnicas o cambios de equipo, es posible que las cosas sean menos positivas.



OJOS Y AYUDAS

Las ilustraciones de la página siguiente son, necesariamente, bidimensionales y deben ser explicadas para que se pueda imaginar el ojo del arquero mirando después de o a través de la cuerda, en contacto con un lateral de la nariz; en realidad, aunque mostrados en el dibujo, el iris y la pupila no deberían verse.

Figura 1: arquero con barbilla hundida (ver pág. 145), obligado a torcer el cuello hacia atrás para que la cuerda tome contacto con nariz y barbilla, cuando toma el centro de la cara como referencia. La línea superior "A" es el nivel de ojo normal con la cabeza recta que, normalmente, debería coincidir con la línea "B", mientras que la línea "C" es la línea de visión para apuntar a una diana situada a 18 metros. Por lo tanto, el globo ocular ya ha sido girado unos 10 grados hacia abajo. Como el ojo también se ha girado hacia la nariz, el giro de cabeza ha llegado probablemente a su amplitud máxima, y el ojo dominante puede ver por encima de la nariz.

Figura 2: con el arco más elevado e inclinando la cabeza y el cuerpo para adaptarlos a una distancia mayor (50 metros aproximadamente, en este caso), la rotación hacia abajo del globo ocular ha llegado a su amplitud máxima de movimiento, mientras la mayor longitud de nariz dentro del campo de visión provoca que el giro de cabeza sea forzado.

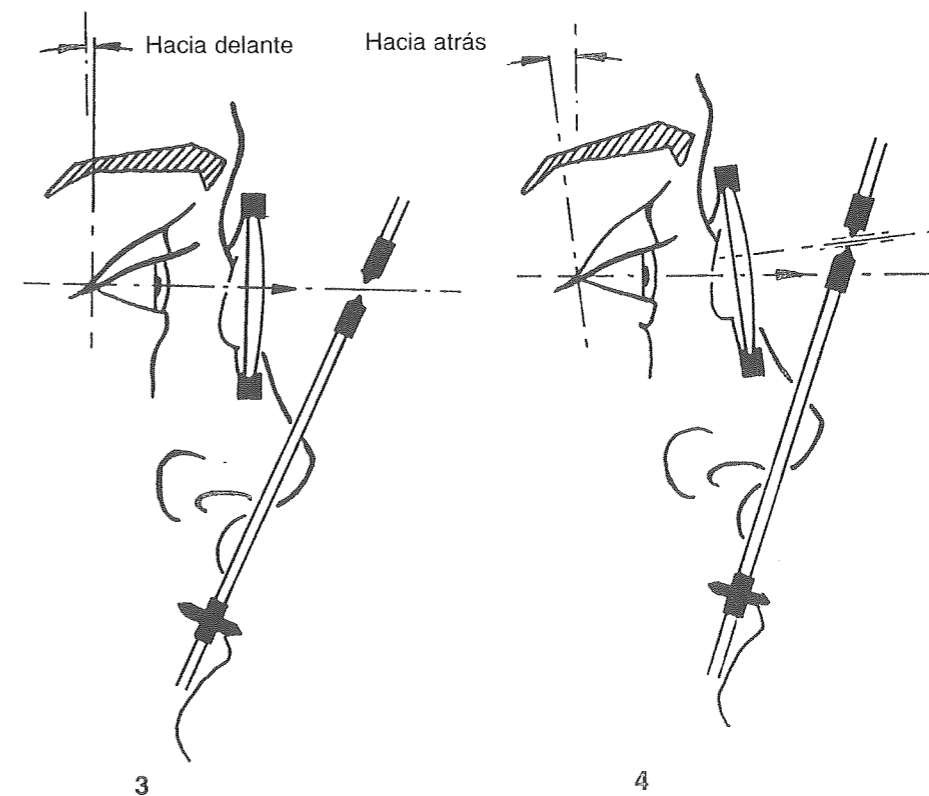
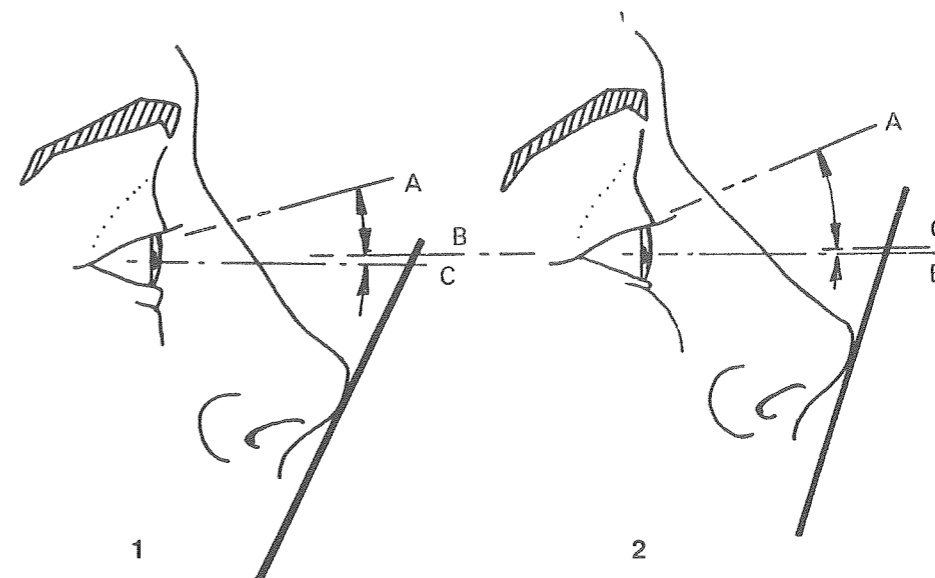
En las dos figuras siguientes, referidas a cualquier tipo de cara, se ha escogido una referencia lateral, seguramente para facilitar el uso de un disparador, ya que, en este caso, estamos hablando de un arco de poleas, utilizando diopter, botón boca/nariz y lentes, aunque tal vez no todo al mismo tiempo. Las dos imágenes también muestran un efecto de inclinación de cabeza distinto al cambiar la distancia de tiro.

La **Figura 3** representa la inclinación de cabeza a 18 metros, y la **Figura 4**, la presentada a 90 metros:

La rotación hacia abajo de los ojos al cambiar de distancia significa que la línea de visión pasa por un punto inferior de las gafas o lentes, en vez de hacerlo por el centro óptico y, dependiendo de su graduación, se producirán distorsiones.

Con la inclinación de la cabeza, se acorta la distancia proyectada a la vertical desde la línea de visión hasta la boca o la barbilla. Por lo tanto, un diopter utilizado al mismo tiempo que un botón boca/nariz sólo será efectivo a una distancia determinada, dado que a otras distancias, cuando el botón esté correctamente colocado, el diopter no podrá alinearse con la línea de visión requerida.

Para utilizar ambos accesorios simultáneamente a todas las distancias, la mejor solución (por facilidad) es dejar fijo el diopter y adaptar el botón boca/nariz sobre la cuerda para cada cambio de distancia.



8. Análisis de investigación constructiva

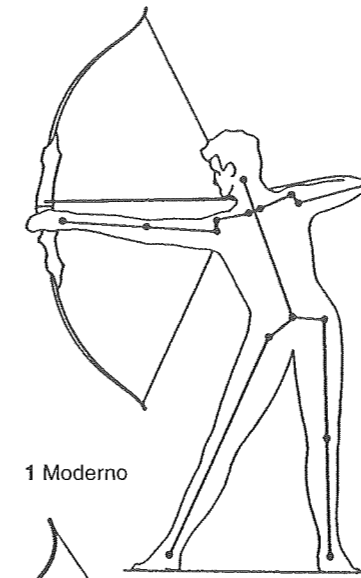
ESPECULACIÓN, COINCIDENCIA O CONFIRMACIÓN

Las páginas siguientes intentan proporcionar un poco de información acerca del análisis de investigación constructiva sobre la ejecución del ciclo de tiro con arco, sin ser demasiado aburridas ni excesivamente técnicas. El objetivo de la investigación y el análisis es examinar detalladamente los elementos individuales y comprender su función, naturaleza y efectos, de modo que se pueda elaborar una descripción crítica del conjunto.

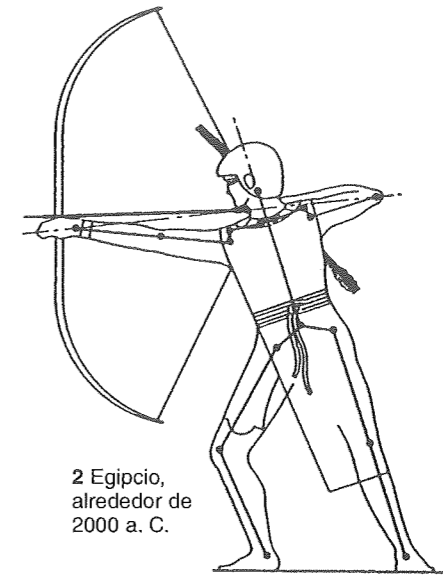
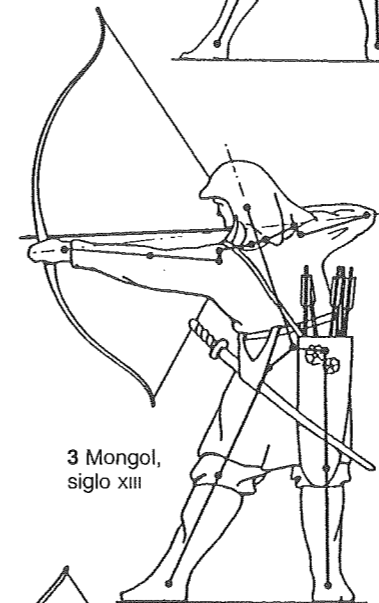
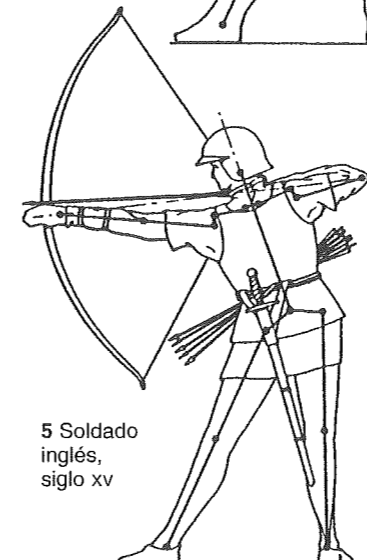
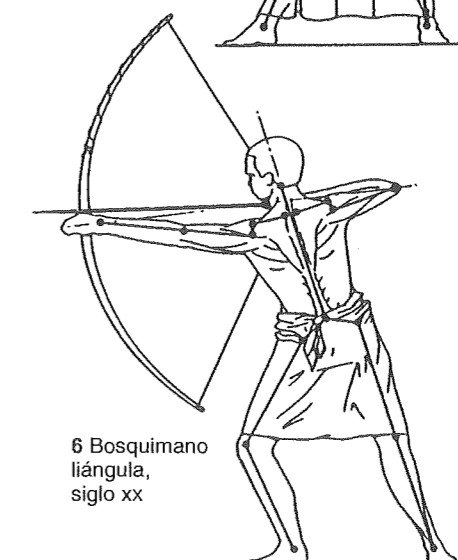
El análisis no deberá aprobar ni desaprobar un determinado tema, sino permitir que los hechos se pongan de manifiesto y coleccionarlos hasta que se pueda emitir una conclusión razonada (aunque hayamos visto en este libro que, con ánimo de abreviar, hemos llegado a algunas conclusiones obvias, para evitar que se le busquen cinco pies al gato). De vez en cuando, anotando algunos resultados, el analista puede apercibir alguna imagen o pauta que se vincula mentalmente con otros aspectos antiguos o en desuso del mismo tema, y el ansia de llegar a una conclusión debe ser remitida a otro momento.

Una situación de este tipo nos ocurrió durante la realización del modelado matemático y creación de las ilustraciones de este libro, al surgir algunos resultados conflictivos con las doctrinas actuales pero que respondían a problemas reales surgidos de la práctica y enseñanza del tiro con arco. En este caso, estamos hablando de los resultados referidos a una técnica de apertura simétrica y de qué modo puede conservarse durante la duración de la unidad de puntería, que producirán posturas y alineación corporales tan similares a las ilustraciones de técnica de tiro con arco que abarquen los últimos cuatro mil años, y que incita a especular sobre las técnicas reales de apertura surgidas poco antes de la resurrección del deporte del tiro con arco. Las posturas encontradas están relacionadas en las figuras de la página siguiente y su descripción es la siguiente:

1. La conclusión lógica de los resultados, aplicada a un arquero moderno, cuyo esquema óseo utilizamos comparativamente en el resto de figuras.
2. Soldado egipcio con el estilo utilizado en los años 2000 a 2100 a. C. La flexión de rodilla proporciona la inclinación de cadera requerida.
3. Un arquero mongol según el estilo reflejado por un artista japonés del siglo XIII.
4. Cazadora inglesa al estilo del siglo XIV, en cuya imagen hemos dejado transparentar sus amplias vestiduras para dejar entrever el esquema óseo como en el resto de figuras.
5. Tal vez el logotipo de la federación británica, pero entresacado de las numerosas imágenes de arqueros del siglo XV, legadas por pintores y otros artistas contemporáneos.
6. Cazador de elefantes bosquimano de la tribu Liángula, entresacado de fotografías del siglo XX. Sin pago de licencia artística y con sólo 4.000 años de intervalo entre su rodilla doblada y la del soldado egipcio.



1 Moderno

2 Egipcio,
alrededor de
2000 a. C.3 Mongol,
siglo XIII4 Mujer inglesa,
siglo XIV5 Soldado
inglés,
siglo XV6 Bosquimano
liángula,
siglo XX

Ciertos artistas, reproduciendo escenas bélicas, han plasmado la misma postura básica a lo largo de siglos cuando tuvieron la ocasión de copiar el original que tenían delante de ellos. ¿Coincidencia o confirmación?

Se puede argumentar razonablemente que la técnica de apertura con preparación alta, utilizando los músculos dorsales anchos de la espalda durante el proceso, no era muy utilizada por cazadores o militares en los períodos descritos. No obstante, la caza o el hacer frente al avance enemigo tienen ciertas características comunes, sin relación alguna con el tiro moderno sobre diana, siendo importante el hecho de que, entre tiro y tiro o cargando de nuevo el arco, el arquero necesita presentar la menor superficie posible que pueda servir de objetivo al animal o al enemigo. El cazador se aproxima en contra del viento, agachado y con el arco cargado, listo para ponerse de pie y tensar el arco al presentarse la pieza. El soldado se inclina hacia el adversario mientras recarga su arco, para presentarle una pequeña diana constituida por la cabeza protegida por el casco y los hombros, pero también porque para cargar, tensar y soltar con cierta velocidad requería que las flechas estuvieran plantadas en el suelo delante del arquero o presentadas en una posición similar para seleccionarlas con rapidez. Estando de pie hubiera debido buscarlas a tientas en el cinturón, carcaj u otro dispositivo, no sólo perdiendo tiempo y ofreciendo un objetivo muy atractivo al enemigo, sino que, teniéndolo a la vista, cabía la posibilidad de desmoralizarse al ver venir las flechas adversarias.

Fotografías del arquero liángula tensando un potente arco de caza muestran que está utilizando los músculos dorsales anchos, junto con los dos tercios inferiores del músculo trapecio, perfectamente visibles y definidos en su espalda desnuda.

Experimentos realizados para cargar un arco, estando el cuerpo del arquero inclinado y apoyado sobre un pie hacia delante y tensando el arco mientras el cuerpo se incorpora a la vertical, prueban que es muy fácil y natural emplear los músculos requeridos por la acción, sin que por ello se asemeje a una apertura con preparación en posición alta.

Hasta la reaparición del tiro con arco como deporte al aire libre practicado en patios domésticos o en jardines públicos, la técnica de permanecer derecho toda la ejecución del ciclo de tiro no se menciona expresa ni implícitamente en ningún libro anterior a esa época. La moderna técnica básica de tiro le debe las posturas erectas militares y la secuencia de movimientos contra reloj al estilo y moda de la era victoriana, en la misma medida que se las debe al gran H. A. Ford, cuyo fantasma aparece de vez en cuando cantando a los alumnos: "enflechar, tensar, apuntar, estabilizar, soltar", con el ritmo de martillo de una secuencia numérica.

El libro *Toxophilus*, de Roger Ascham, no es técnico, pero se pueden deducir muchas cosas de sus observaciones de arqueros en acción y sus descripciones de arcos y flechas; por otra parte, en éste y otros libros de esa época se encuentran expresiones como "poniendo (apoyando) el cuerpo en el arco", que describe la apariencia visual de los arqueros, de ese período y anteriores, mucho mejor que cualquier escrito victoriano o posterior, excepción hecha del cazador bosquimano liángula que, a todas luces, pone su cuerpo dentro del arco para formar un todo indivisible.

Por encima de cualquier consideración y sin tener en cuenta las especulaciones sobre técnicas antiguas propias o las de otros pueblos y épocas, el tiro con arco debe ser tan natural, fácil y agradable como sea posible. Tal vez porque el hombre moderno es muy sofisticado, espera demasiados beneficios de los equipos con alta tecnología y no lo suficiente de sí mismo.

La última tanda

La mayoría de organizaciones de tiro con arco a todos los niveles, grupos de entrenadores, cursos de formación de entrenadores, exámenes, manuales de enseñanza, libros y revistas normalmente dedican más tiempo y debates a defender sus opiniones históricas, reglas de tiro, tablas de handicap, uniformes de moda, finanzas, seguridad y politiqueros del tiro con arco, que el tiempo dedicado a fomentar la destreza y práctica del propio deporte.

Este libro presenta, muy deliberadamente, algunas acciones y reacciones físicas de la anatomía humana y del material de tiro, empleadas para adquirir la destreza psicofísica requerida para disparar buenas flechas con un arco. Si fracasa en el intento, será seguramente porque solamente hemos tratado algunas de las muchas áreas biológicas y mecánicas de este deporte, y únicamente con el tiempo podremos juzgar si hemos conseguido nuestro objetivo, o no.

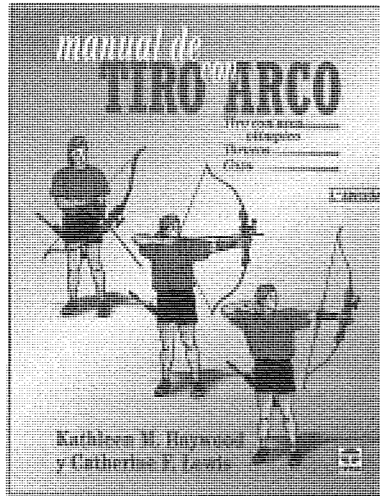
Aunque haya cambiado la motivación para adquirir un alto grado de aptitud en tiro con arco, el hecho de que haya sobrevivido tanto tiempo a lo largo de la historia y todavía sea atractivo para una cantidad considerable de deportistas sugiere que la imagen reflejada por este deporte es la de ser un ejercicio físico, sano e individual, acompañado por un alto grado de atavismo.

El hecho de que el número de miembros de los clubes sea bastante regular y constante, es debido a una rotación en la que los que dejan el club son sustituidos por nuevos miembros a una velocidad más o menos idéntica. Este movimiento incesante en los clubes está explicado por las razones expuestas al principio de esta página: es decir, se da más importancia a tener arqueros en línea de tiro en las competiciones, con todos los problemas asociados de reglas, clasificaciones, etc., que a ayudarlos a alcanzar la pericia necesaria para que el tiro con arco sea un deporte relativamente fácil y se pueda disfrutar de él a nivel psicofísico. Conseguido este objetivo, las cargas adicionales de reglamentos, modos y conductas se aceptan como mal menor, sin afectar a la práctica y el desarrollo de aptitud deportiva a niveles superiores. La razón para que se ponga tal énfasis en crear estructuras administrativas es que, en éstas, son fácilmente verificables los niveles de los que las componen mediante simples exámenes estándar. En cambio, juzgar los problemas únicos, físicos y anatómicos, que pueda presentar un arquero y proporcionarle la solución correcta sólo puede ser valorado y evaluado por personas que posean la capacidad necesaria para hacerlo.

Aunque pueda proporcionar contestaciones a algunas preguntas directamente, el objetivo de este libro es proporcionar información y motivar a entrenadores y arqueros para que pregunten por qué sucede tal o cual cosa, cuándo esto o aquello se comporta así. Y una vez se ha hecho la pregunta, puedan trabajar con la información, analizarla, verificarla, comprobar su eficacia y, finalmente, aplicarla. Cuando se trata de trabajar con cuerpos humanos individuales y su capacidad de procesamiento mental, no hay preguntas ni contestaciones estándar; todas son tan únicas como la persona misma.

NOTA: La expresión "última tanda" significa el último conjunto de flechas tirado por un arquero.

Otros títulos publicados



Manual de tiro con arco

(5.^a edición)
KATHLEEN M. HAYWOOD
y CATHERINE F. LEWIS

Completo libro de formación con el que el lector podrá alcanzar el nivel de pericia que desee en esta práctica deportiva.



Guía de iniciación al tiro con arco tradicional

BRIAN J. SORRELLS

Trata los aspectos básicos del tiro con arco tradicional, entre ellos la técnica de tiro adecuada o la selección de arcos y flechas.

Si desea más información sobre estos y otros libros publicados por Ediciones Tutor consulte nuestra página: www.edicionestutor.com