

**Navegación**

- Página Principal
- Curso actual
  - Biomecánica
    - Participantes
    - Unidad 2
      - 2.2. Biomecánica de la columna vertebral
- Cursos

## 2.2 BIOMECÁNICA DE LA COLUMNA VERTEBRAL

Las vértebras son huesos cortos que, unidos lo unos con lo otros forman en conjunto la columna vertebral. La columna vertebral está situada en la línea media y en la parte posterior del cuerpo. Se extiende desde la base de la cabeza, recorre el cuello, el tórax y el abdomen en su parte posterior y termina en la pelvis o cadera. La columna vertebral está compuesta por 33 vértebras, agrupadas en distintas regiones (figura 2.2.1):

- Cervical: corresponde al cuello, y está formada por siete vértebras (C1-C7).
- Dorsal o torácica: parte del tórax y consta de doce vértebras (T1-T12).
- Lumbar: corresponde al abdomen y consta de cinco vértebras (L1-L5).
- Sacro: Parte sacra que compone la cadera y consta de cinco vértebras fusionadas (S1-S5), formado aparentemente un solo hueso llamado el sacro.
- Cóccigea: el cóccix es la parte más baja de la columna vertebral. Consta de tres o más huesos pequeños fusionados.

Las vértebras protegen la médula espinal y le permiten mantenerse de pie e inclinarse. Además, es el esqueleto axial, sosteniendo, por tanto, todo el peso corporal. Esta posible contradicción entre la movilidad y soporte, se resuelve, si se piensa que dichos movimientos se producen por la suma de los pequeños movimientos vertebrales. La columna presenta dos segmentos que son mucho más móviles que los demás. El primer segmento es la columna cervical, que permite girar el cráneo para obtener un mayor campo visual. El segundo segmento es el raquis lumbar, que acerca las manos al suelo por ello, la flexión es el movimiento más amplio que se produce en la región lumbosacra. De una manera global, la columna vertebral realiza movimientos de flexión, extensión, flexiones laterales y rotaciones.

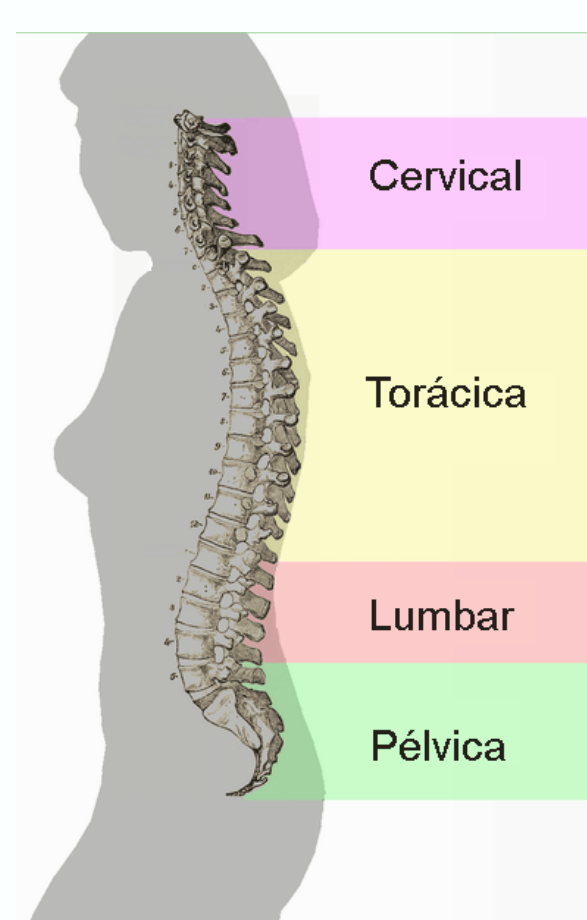


Figura 2.2.1: Columna vertebral y regiones de la columna. [Basquetteur, 2008]

Desde el punto de vista biomecánico, la columna presenta 3 curvaturas (cervical, dorsal y lumbar). La presencia de estas curvaturas aumenta la resistencia de la columna a las fuerzas de comprensión. La resistencia de una columna es proporcional al cuadrado del número de curvaturas más uno, es decir  $R=N^2+1$ . La curvatura sacra no parece tener una significación mecánica relevante en lo que al soporte de cargas se refiere, por lo que  $R=3^2+1=10$ . Así, la columna es diez veces más resistente a una columna recta. La movilidad de la columna vertebral se produce en la unidad funcional.

### Unidad funcional

Desde el punto de vista mecánico, la unidad funcional está constituida por el disco vertebral, las vértebras superior e inferior y las dos articulaciones interapofisarias (figura 2.2.2).

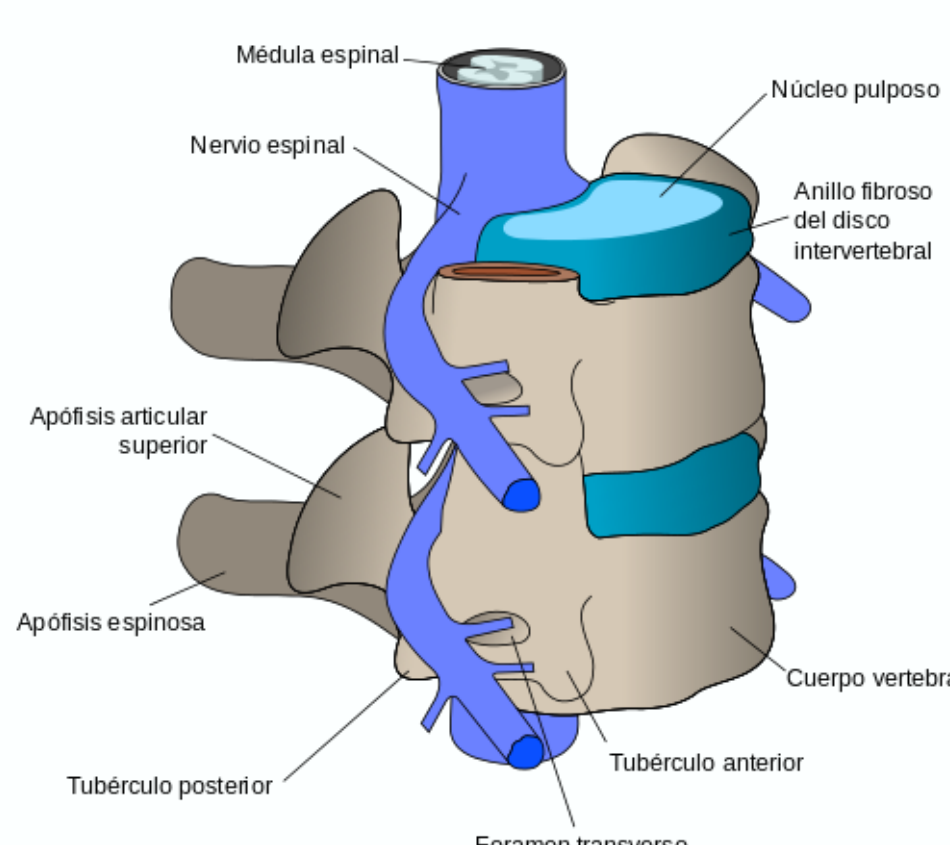


Figura 2.2.2: Segmento vertebral móvil. [debiwort, 2007]

### - Disco Intervertebral

El disco intervertebral (DIV) se compone de dos estructuras: anillo fibroso (AF) en la parte externa y un núcleo pulposo (NP) en el centro. Por su estructura anatómica limita los movimientos vertebrales y a la vez los facilita. Las fibras del anillo fibroso se encuentran fuertemente insertadas al cuerpo vertebral, por lo que permite limitar los movimientos vertebrales por varios mecanismos. El DIV se une al cuerpo vertebral por medio de una placa terminal en la parte superior e inferior, formada por cartilago hialino.

- **Nutrición del disco:** el DIV es una estructura avascular debido a que no hay ninguna pared vascular que pueda soportar las presiones a que se verían sometidas en esta formación anatómica. Las células que existen en el disco son fibroblastos, células cartilaginosas y células condrales.
- **Presiones intradiscales:** Las presiones intradiscales son la respuesta parcial a las fuerzas de compresión que inciden sobre el disco intervertebral. La presión intradiscal varía en función de la región de la columna (mayor en la región lumbar) y la actividad realizada. En estudios experimentales [Andersson et al., 1983, Schultz et al., 1982], se comprobó que en bipedestación y decúbito se presenta la menor presión en L3, de unos 2600N. Dicha presión puede aumentar 6 o 7 veces al flexionar la columna y alzar un peso de 8 kg, llegando así hasta los 15800N.
- **Biomecánica:** El NP tiene como función repartir las presiones. Una fuerza de compresión vertical es transformada en una presión tangencial sobre el anillo fibroso. Esta distribución radial de una fuerza vertical es absorbida por las fibras del AF. Se ha calculado que cuando se somete el núcleo a una fuerza de compresión, este soporta el 75% de la carga y el AF el 25% restante. Si la fuerza se mantiene, se produce una disminución en el núcleo y un aumento en el anillo, por lo cual el disco intervertebral se deforma. El grado de deformación no sólo depende de la magnitud de la fuerza de compresión, sino también del tiempo en que actúa esta fuerza. Así, a una presión menor pero con un mayor tiempo de actuación, se produce una mayor deformación del DIV.

El DIV actúa en los movimientos vertebrales de la siguiente forma. En la extensión, la vértebra superior se desplaza hacia atrás, por lo que el núcleo, al ser comprimido, aumenta su grosor en su zona anterior, con lo que se produce un aumento del par de torsión en las fibras anteriores del anillo, que llegado a un límite hace que la vértebra superior deba recuperar su posición. En el movimiento de flexión el mecanismo es inverso al anterior. En la flexión lateral, el núcleo aumenta de grosor en el lado en que se produce la separación de las vértebras, produciéndose el mismo mecanismo en las fibras laterales del anillo fibroso.

Durante los movimientos de rotación la biomecánica es totalmente diferente. Las fibras debidas a su oblicuidad tienen diferentes comportamientos. Aquellas que se oponen al movimiento se tensan, es decir, aumentan su par de torsión; por el contrario, las fibras que presentan una oblicuidad favorable a la torsión se relajan. Las fibras que se oponen a la rotación son las láminas centrales, por lo que transmiten al núcleo una fuerte presión. Si esta presión sobre el núcleo llega a unos niveles superiores a la resistencia que tienen las fibras más cercanas a él, se produce su rotura [García, 2015].

### - Articulaciones interapofisarias

Funcionan sinérgicamente con el DIV (figura 2.2.3). Se trata de articulaciones con una movilidad muy limitada, clasificándose, por tanto, como planas o artroideas. Durante la flexión de dos vértebras, las apófisis articulares inferiores de la vértebra superior se deslizan hacia arriba, produciéndose la separación de las apófisis articulares de la vértebra inferior. En los movimientos de extensión las apófisis articulares superiores de la vértebra superior se encajan con las apófisis articulares de la vértebra inferior, produciéndose el deslizamiento de las facetas articulares hacia abajo. Además, estas articulaciones ayudan a soportar las tensiones de compresión, cizalladura y torsión.

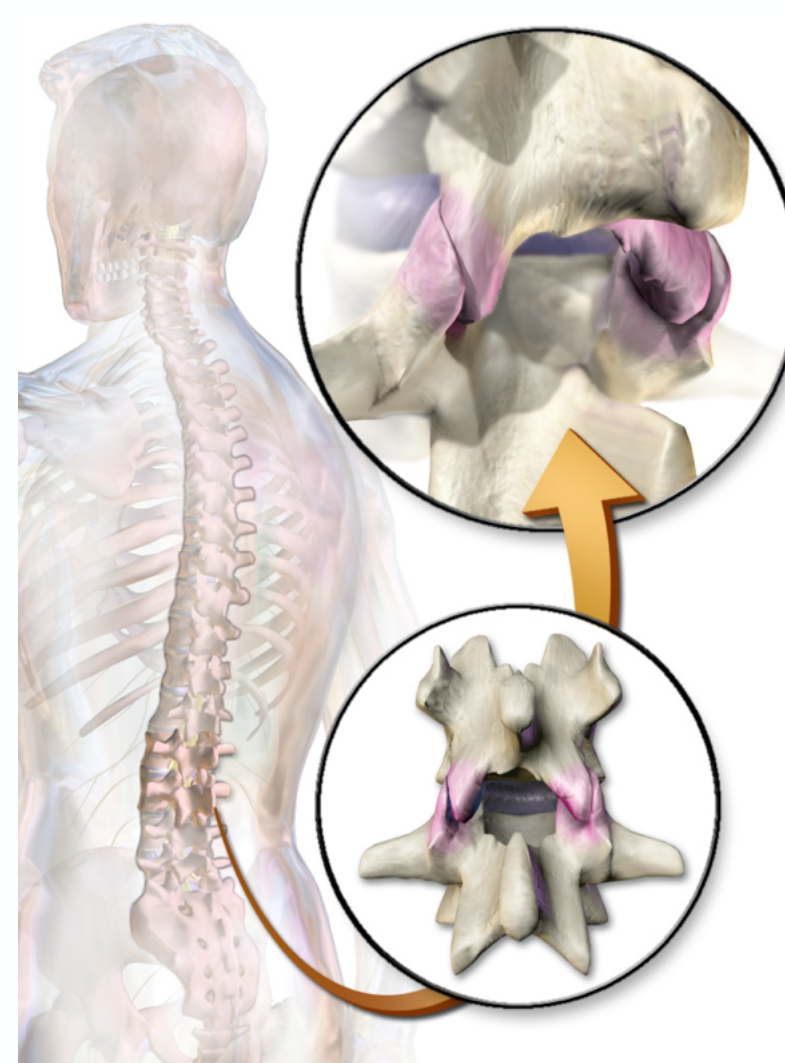


Figura 2.2.3: Articulaciones interapofisarias o facetarias. Ayudan a limitar los movimientos producidos por compresión, cizallamiento y torsión. [Blausen.com, 2013a]

Los medios de unión en las diferentes estructuras de la columna son:

- La cápsula articular une todas las apófisis articulares, recubiertas por líquido sinovial. Todas las superficies articulares de las apófisis articulares se hallan recubiertas de cartilago hialino.
- Las láminas vertebrales están unidas por el ligamento amarillo.
- Las apófisis espinosas están unidas por ligamentos interespinosos y el ligamento supraespinoso, este en la región lumbar y dorsal, se llama ligamento cervical posterior.
- Las apófisis transversas se unen por medio de ligamento intertransverso.

### - Cuerpo vertebral

El cuerpo vertebral tiene una menor resistencia que el disco a una fuerza de compresión axial. El aplastamiento se producen con fuerzas entre 3900N y 9000N. La estructura fisiológica más preparada para soportar fuerzas de compresión es sin duda el disco intervertebral. En muchas fracturas por aplastamiento del cuerpo vertebral no hay lesión evidente del disco intervertebral, al resistir la fuerza compresiva.

### Movimientos

La columna puede realizar un gran número de movimientos, debido a que está formada por multitud de piezas rígidas superpuestas unidas por elementos elásticos, que le permiten moverse en cualquiera de los tres ejes del espacio. Los movimientos básicos de la columna son: flexión, extensión, inclinación y rotación. Cada uno implica la participación de estructuras diferentes que facilitan, controlan y limitan el movimiento. Cada segmento vertebral posee unas cualidades biomecánicas específicas:

Tabla 2.2.1 Movimientos de las regiones de la columna vertebral

Segmento	Movimientos	Movimiento limitado por	Desplazamiento NP
Cervical	<b>Flexión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ligamento vertebral común posterior</li> <li>• Ligamentos amarillos</li> </ul>	Posterior
	<b>Extensión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Choque de las apófisis espinosas de las vértebras cervicales.</li> </ul>	Anterior
	<b>Inclinación - Rotación</b> La inclinación siempre acompañada de un movimiento de rotación, debido a la existencia de unas articulaciones en forma de cuña, denominadas articulaciones uncovertebrales.	---	
Dorsal	<b>Flexión:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ligamento Amarillo</li> <li>• Ligamento Vertebral Común Posterior</li> <li>• Ligamento Interespinoso</li> <li>• Ligamento Supraespinoso</li> </ul>	Posterior
	<b>Extensión:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ligamento Vertebral Común Anterior</li> <li>• Choque óseo entre las apófisis articulares y las espinosas</li> </ul>	Anterior
	<b>Inclinación:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ligamento Intertransverso</li> <li>• Ligamento Amarillo</li> <li>• Apertura de las costillas</li> <li>• En la concavidad se limita el movimiento por el choque de las apófisis articulares</li> </ul>	Hacia la convexidad
	<b>Rotación</b> La rotación de este segmento es la única que se produce de manera pura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contacto con las costillas</li> <li>• Tensión del cartilago costal</li> </ul>	
Lumbar	<b>Flexión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ligamento Vertebral Común Posterior</li> <li>• Ligamento Amarillo</li> <li>• Ligamento Interespinoso (principal limitador)</li> </ul>	Posterior
	<b>Extensión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ligamento Vertebral Común Anterior</li> <li>• Choque de apófisis articulares y apófisis espinosas.</li> </ul>	Anterior
	<b>Inclinación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ligamentos de la convexidad (amarillo e intertransversos).</li> </ul>	Hacia la convexidad
	<b>Rotación</b> No se da rotación pura. Rango: 2º Los 5 segmentos: 10º	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contacto en las vértebras lumbares a nivel de las articulaciones interapofisarias (orientadas hacia atrás y hacia dentro).</li> </ul>	

### Resumen de conceptos importantes

- Regiones columna: cervical, dorsal o torácica, lumbar y sacro.
- Resistencia de la columna: proporcional al cuadrado del número de curvaturas.
- Movimientos de toda la columna en conjunto: flexión, extensión, inclinación y rotación.
- Rango de movimiento total: suma de los rangos de movimiento entre pares vertebrales.
- Articulaciones interapofisarias y ligamentos: limitan movimientos excesivos.
- Segmento vertebral móvil: formado por dos vértebras adyacentes, el disco intervertebral y los ligamentos que las unen. Es la mínima unidad funcional de la columna.
- Anfiartrosis: tipo de articulación entre dos cuerpos vertebrales adyacentes (constituida por las dos caras de las vértebras adyacentes, unidas mediante el disco intervertebral).
- Presión en el Disco Intervertebral mayor sentado, disminuye de pie y es mínima en decúbito.

Última modificación: Tuesday, 16 de February de 2016, 18:34