



## Praca poglądowa/Review paper

# Ułożenie, funkcja i zmienność powrózka naczyniowo-nerwowego klatki piersiowej

Dominika Janowska<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uniwersytet Medyczny w Poznaniu

---

### Streszczenie

Za unerwienie i zaopatrywanie w składniki odżywcze ścian klatki piersiowej odpowiada powrózek naczyniowo-nerwowy. W swoim przebiegu charakteryzuje się on układem, w którym to żyła międzyżebrowa jest strukturą najbardziej chronioną. Poniżej żyły znajduje się znacznie bardziej narażona na uszkodzenia tętnica międzyżebrowa, natomiast nerw międzyżebrowy jest strukturą, która jako pierwsza ulega uszkodzeniom w przypadku ran kłutych klatki piersiowej. Pomimo tak nietypowego układu struktur w pęczku, możliwe jest wykorzystanie tej wiedzy w praktyce klinicznej do przeprowadzenia zabiegów takich jak torakocenteza, torakotomia, czy też blokada nerwu międzyżebrowego.

### Abstract

Thoracic wall is being supplied by the neurovascular bundle. In its course the most protected structure is the intercostal vein. The corresponding artery runs below, being in position more vulnerable to damages than the vein. The intercostal nerve is the most exposed for any detriment in case of stab wounds as it's the most inferior of all the neurovascular structures in the costal groove. Despite the uniqueness of the neurovascular bundle layout, it has a huge clinical significance in procedures like thoracocentesis, thoracotomy or intercostal nerve block.

**Słowa kluczowe:** klatka piersiowa, pęczek naczyniowo-nerwowy, nerwy międzyżebrowe, naczynia międzyżebrowe, torakotomia, blokada nerwu międzyżebrowego

**Keywords:** thorax, neurovascular bundle, intercostal nerves, intercostal vasculature, thoracotomy, intercostal nerve block

---

Adres do korespondencji

Dominika Janowska

Uniwersytet Medyczny w Poznaniu

e-mail: [dominikajanowska@interia.eu](mailto:dominikajanowska@interia.eu)

## **Wstęp i cel pracy:**

W budowie klatki piersiowej zaopatrywanie jej ścian w substancje odżywcze, a także ich unerwienie odpowiada tzw. powróżek naczyniowo-nerwowy. Utworzony jest on z trzech elementów: żyły, tętnicy i nerwu międzyżebrowego. Przebiega on w przestrzeniach międzyżebrowych w charakterystycznym układzie VAN: vena, arteria, nervus (kolejno od góry ku dołowi, od dolnego brzegu wyżej położonego żebra) [1].

Ułożenie żyły w bruździe żebra sprawia, że jest na najbardziej chronionym elementem powróżka. Tuż poniżej niej, wzdłuż dolnego brzegu żebra przebiega tętnica, będąca nieco bardziej narażona na uszkodzenia. Najniżej natomiast położony jest nerw międzyżebrowy, który w przypadku ran kłutych, jako pierwszy podlega uszkodzeniu [1]. Celem pracy jest rozważanie zastosowania tak nietypowego ułożenia powróżka i wykorzystanie tej wiedzy w praktyce klinicznej.

## **Budowa klatki piersiowej:**

Klatka piersiowa to element tułowia, o kształcie zbliżonym do spłaszczonego stożka. Zawarta jest pomiędzy szyją, a jamą brzuszną. Do jej głównych funkcji należą zarówno ochrona narządów, które mieszczą się w jamie klatki (serce i płuca), ale także umożliwienie procesu wymiany gazowej [1].

W budowie klatki piersiowej wyróżnia się obecność otworu górnego (wejście do klatki piersiowej) otworu dolnego (wyjście z klatki piersiowej), a także czterech ścian (ściana przednia, tylna i dwie boczne). Na strukturę klatki składają się dwie części: szkielet o charakterze kostno-chrząstecznym, a także układ mięśni, błon i powięzi, stanowiących część mięśniowo-błoniastą [1,2].

Na część kostno-chrząsteczną składają się: 12 kręgów piersiowych kręgosłupa, 12 par żeber oraz mostek. Część mięśniowo-błoniasta utworzona jest przede wszystkim z mięśni. Są one ułożone w trzy ugrupowania: mięśnie powierzchowne klatki piersiowej, mięśnie głębokie i przepona [1].

## **Podział i struktura żeber:**

Kształt i struktura klatki piersiowej utrzymywane są między innymi za pomocą żeber. Wyróżnia się 12 par żeber. Siedem górnych par to żebra prawdziwe (połączone bezpośrednio z mostkiem w przedniej ścianie klatki piersiowej), natomiast pozostałe pięć dolnych par to żebra rzekome (połączone z mostkiem w sposób pośredni, bądź też kończące się w sposób wolny) [1].

Każde żebro przypomina swoją budową listewkę, która składa się z części kostnej (tylnej) i części chrząstecznej (przedniej). Część kostna każdego żebra połączona jest z kręgosłupem za pomocą stawów żebrowo-kręgowych. W budowie takiego stawu uczestniczy głowa żebra, która zwężając się przechodzi w szyjkę żebra (wyraźniej widoczna na żebrach górnych). Ta natomiast przechodzi w trzon żebra. W jego strukturze możemy wyróżnić dwie powierzchnie: wewnętrzną (wklęsłą) i zewnętrzną (wypukłą), a także dwa brzegi: górny i dolny. Na wewnętrznej powierzchni żebra, powyżej jej dolnej granicy znajduje się bruźda żebra. Jest to rodzaj zagłębienia w którym i poniżej którego przebiegają naczynia i nerwy międzyżebrowe. Wydatność bruźdy zależy od wysokości danego żebra - na górnych i ostatnich żebrach jest bardzo słabo zaznaczona. Jej głębokość jest największa w odcinku dokręgosłupowym, w okolicy guzka żebra, biegnąc następnie domostkowo istotnie zmniejsza się [1,2].

Kość żebrowa zakończona jest poszerzoną, chropowatą powierzchnią, do której przyczepia się żebro chrząsteczne. Siedem górnych par żeber połączonych jest z mostkiem bezpośrednio za pomocą chrząstkozrostu (pierwsze żebro) oraz stawów mostkowo-żebrowych (żebra II-VII). Żebra XIII, IX i X łączą się z mostkiem pośrednio, formując ze swoich części chrząstecznych łuk żebrowy. Żebra XI i XII nie mają połączenia z mostkiem i kończą się swobodnie między mięśniami brzucha (żebra wolne) [1].

## **Mięśnie głębokie klatki piersiowej:**

Do mięśni głębokich klatki piersiowej należą: mięśnie międzyżebrowe zewnętrzne, mięśnie międzyżebrowe wewnętrzne i mięsień poprzeczny klatki piersiowej. Mięśnie międzyżebrowe zewnętrzne rozpostarte są w przestrzeniach międzyżebrowych, przebiegając w odcinku przykręgosłupowym. Rozpoczynają się na dolnym brzegu wyżej położonego żebra i kończą na wardze zewnętrznej brzegu górnego niżej położonego żebra [1].

Mięśnie międzyżebrowe wewnętrzne rozpoczynają się w pewnej odległości od kręgosłupa, w okolicy kąta żebra. Położone są wewnętrznie w stosunku do mm. międzyżebrowych zewnętrznych aż do poziomu żeber chrzęstnych, następnie przykryte są od zewnątrz przez błony międzyżebrowe zewnętrzne. Mięśnie międzyżebrowe wewnętrzne składają się z dwóch warstw: zewnętrznej - mięśnie międzyżebrowe pośrednie i wewnętrznej - mięśnie międzyżebrowe najgłębsze. Mięśniówka mięśni międzyżebrowych pośrednich ściśle przylega do mięśni międzyżebrowych zewnętrznych i kończy się tuż przy mostku [1,2]. Mięśnie międzyżebrowe najgłębsze natomiast rozpoczynają się na poziomie kąta żebra i kończą na wysokości żebra chrzęstnego. Mięśnie międzyżebrowe pośrednie rozpoczynają się nieco później niż mięśnie międzyżebrowe najgłębsze, oddają one jako swoje przedłużenie dokręgosłupowo pasma o charakterze włóknistym - błony międzyżebrowe wewnętrzne [1].

## **Struktura powrózka:**

Powróżek międzyżebrowy klatki piersiowej zwany także triadą międzyżebrową, obejmuje struktury naczyniowo-nerwowe przebiegające w okolicy bruzdy żebra. Ułożone są one w kolejności od góry ku dołowi: żyła, tętnica, nerw [1]. Ten typ ułożenia zwany jest układem VAN (vena, arteria, nervus).

Żyły głębokie przestrzeni międzyżebrowych można podzielić na układ przedni i tylny. Układ przedni zasadniczo odpowiada przebiegowi układu tętniczego: krew żylna uchodzi do żył piersiowej wewnętrznej i mięśniowo-przeponowej. Podobieństwa kończą się w momencie ujścia żyły piersiowej wewnętrznej do żyły ramienno-głowej (a nie do naczyń podobojczykowych, jak to występuje w przypadku tętnic). Układ tylny naczyń żylnych jest odmienny: naczynia żyłne podpowieziowego układu tylnego uchodzą do żyły nieparzystej, żyły nieparzystej krótkiej i żyły nieparzystej krótkiej dodatkowej [1,2].

Naczynia tętnicze międzyżebrowe również można podzielić na tzw. gałęzie przednie i tylne. W każdym z układów gałęzi wyróżnia się układ górny i dolny. Układ górny gałęzi tylnych utworzony jest przez odgałęzienia tętnicy międzyżebrowej najwyższej (gałęzi pnia żebrówo-szyjnego) i dotyczy dwóch górnych przestrzeni międzyżebrowych. Układ dolny gałęzi tylnych we większości przypadków [1] obejmuje 9 par tętnic międzyżebrowych (wyjątek: tętnica podżebrowa, biegnąca poniżej dwunastego żebra) [2]. Grupa górna gałęzi przednich obejmuje tętnice międzyżebrowe przednie odchodzące od tętnicy piersiowej wewnętrznej i dotyczy sześciu górnych przestrzeni międzyżebrowych. Pozostałe przestrzenie w swojej przedniej części zaopatrywane są przez odgałęzienia od tętnicy mięśniowo-przeponowej [1].

Nerw międzyżebrowy stanowi gałąź brzuszna poszczególnych nerwów rdzeniowych odcinka piersiowego. Wyróżnia się 12 par nerwów międzyżebrowych, a także ich podział ze względu na przebieg na grupę górną (Th1-TH6) i grupę dolną (Th7-Th12). Nerwy międzyżebrowe grupy górnej przebiegają przez całą długość przestrzeni międzyżebrowych, natomiast przebieg grupy dolnej jest bardziej zróżnicowany ze względu na ich późniejsze rozgałęzienia między mięśniami brzucha [1,3].

## **Układ naczyń: żyły**

Naczynia żyłne stanowią system powstały z połączeń włośniczek. Krew żylna płynie w nich pod niskim ciśnieniem, stąd one same charakteryzują się znacznie cieńszą ścianą niż naczynia tętnicze. Żyły międzyżebrowe tylne odpowiadają za zbieranie krwi żyłnej z obszaru rdzenia kręgowego i powłok klatki piersiowej. Uchodzą

one do układu żył nieparzystych. Żyła nieparzysta ułożona jest po prawej stronie kręgosłupa, stanowi ona dopływ nie tylko dla żył międzyżebrowych tylnych (we większości przypadków tych prawostronnych), ale także uchodzą do niej żyła nieparzysta krótka i żyła nieparzysta dodatkowa. Żyła nieparzysta krótka znajduje się na lewo od aorty piersiowej i zazwyczaj na wysokości Th7 uchodzi do żyły nieparzystej. Dopływy vena hemiazygos to żyły międzyżebrowe tylne dolne lewe i nierzadko żyła międzyżebrowa górna lewa (pochodząca z trzeciej lub czwartej przestrzeni międzyżebrowej). Żyła nieparzysta krótka dodatkowa (vena hemiazygos accessoria) znajduje się po lewej stronie kręgosłupa, stanowi rodzaj pnia do którego uchodzą żyły międzyżebrowe górne lewe [1].

W swoim przebiegu żyły międzyżebrowe tylne układają się w bruzdzie żebra powyżej odpowiadającej im tętnicy. Do ich zespołów należą przede wszystkim żyły międzyżebrowe przednie, ale także żyły żebrówopachowe [1].

Układ żył nieparzystych charakteryzuje się dużą zmiennością. Szczególnie żyła nieparzysta krótka, a także żyła nieparzysta krótka dodatkowa układają się na różnych wysokościach w stosunku do siebie i żyły nieparzystej, co z kolei przekłada się na zmiany w ułożeniu ich dopływów w postaci żył międzyżebrowych tylnych, m. in. powstanie wspólnych pni i zespołów pomiędzy sąsiadująco przebiegającymi żyłami [1].

### **Układ naczyń: tętnice**

Naczynia tętnicze odpowiadają za rozprowadzanie tlenu i składników odżywczych po organizmie. Budowa ich ścian (charakteryzująca się znaczną ilością włókien sprężystych i mięśniowych) sprawia, że są one mniej podatne na uszkodzenia i mogą transportować krew pod znacznie wyższym ciśnieniem niż naczynia żyłne. Tętnice międzyżebrowe tylne w przestrzeniach międzyżebrowych biegną poniżej odpowiadającej im żyły, od tyłu domostkowo ku przodowi. W przypadku tętnic międzyżebrowych przestrzeni III-XI odchodzą one zazwyczaj samodzielnie od aorty. Tętnice wyżej położonych przestrzeni międzyżebrowych odchodzą pod kątem ostrym, kierując się ku górze; kolejno każda niżej położona tętnica odchodzi coraz bardziej poziomo [1].

Ze względu na położenie aorty na po stronie lewej kręgosłupa występują różnice w długości tętnic międzyżebrowych tylnych po stronie lewej i prawej kręgosłupa. Arteriae intercostales posteriores znajdujące się po stronie prawej są dłuższe niż te znajdujące się po stronie lewej[1], układają się za przelykiem, pniem współczulnym, przewodem piersiowym i żyłą nieparzystą.

W przebiegu tętnic międzyżebrowych tylnych można wyróżnić 4 odcinki: 1) od kręgosłupa do kąta żebra tętnica zawarta jest między warstwą mięśni międzyżebrowych zewnętrznych i błoną międzyżebrową wewnętrzną, a powięzią wewnątrzpiersiową; 2) następnie tętnica wstępuje do bruzdy żebra, biegnie między mięśniami międzyżebrowymi zewnętrznym i wewnętrznym; 3) przebiega pomiędzy warstwą mięśni międzyżebrowych pośrednich i wewnętrznymi, 4) tętnica biegnie pomiędzy powięzią wewnątrzpiersiową, a mm. międzyżebrowym pośrednim [1]. Dolne tętnice międzyżebrowe (poniżej VII żebra) krzyżują łuk podżebrowy i wstępują w pochewkę mięśnia prostego brzucha.

W okolicy mostka dochodzi do zespolenia się tętnic międzyżebrowych tylnych z gałęziami międzyżebrowymi przednimi, odchodzącymi od tętnicy piersiowej wewnętrznej w przypadku układu górnego gałęzi, bądź też od tętnicy mięśniowo-przeponowej (w przypadku układu dolnego)[3].

### **Układ nerwów międzyżebrowych:**

Wyróżnia się dwanaście par nerwów międzyżebrowych. Stanowią one gałąź przednią nerwów rdzeniowych w odcinku piersiowym kręgosłupa. Nerwy międzyżebrowe nie tworzą splotu, natomiast włókna pochodzące od nerwu międzyżebrowego pierwszego uczestniczą w tworzeniu splotu ramiennego, a znaczna część nerwu podżebrowego (XII nerw międzyżebrowy) bierze udział w tworzeniu splotu lędźwiowego[1].

Ze względu na ich przebieg i położenie możemy je podzielić na grupę górną i grupę dolną [1], ale istnieje także podział na nerwy typowe i atypowe [3]. Nerwy typowe to te, które przebiegają w przestrzeniach międzyżebrowych w całej długości - należą do nich nerwy III, IV, V i VI przestrzeni międzyżebrowej. Nerwy atypowe biegną w układzie VAN tylko częściowo, opuszczają przestrzenie międzyżebrowe lub też charakteryzują się nietypowym obszarem unerwienia (nerw I, II, VII-XII).

Przebieg nerwów międzyżebrowych typowych zasadniczo odpowiada przebiegowi ułożonych nad nimi tętnic międzyżebrowych tylnych. Nerwy międzyżebrowe atypowe charakteryzuje bardziej zróżnicowany przebieg: 1) nerw międzyżebrowy pierwszy biegnie poniżej pierwszego żebra w układzie NAV (nervus, arteria, vena); w przeciwieństwie do typowego ułożenia w układzie VAN; 2) drugi nerw międzyżebrowy oddaje gałąź skórą, która następnie tworzy nerw międzyżebrowo-ramienny (unerwiający skórę okolicy pachowej, a nie strictly obszar klatki piersiowej)[2]; 3) pozostałe nerwy międzyżebrowe atypowe przebiegają tylko początkowo w przestrzeniach międzyżebrowych, następnie wnikają między mięsień skośny wewnętrzny, a poprzeczny brzucha, by w swoim domostkowym ułożeniu rozgałęzić się w mięśniu prostym brzucha (po uprzednim przebicciu jego pochewki)[1].

Do gałęzi oddawanych przez nerwy międzyżebrowe można zaliczyć: mięśniowe (grupa głęboka mm. klatki piersiowej i mm. brzucha, częściowo mięśnie grzbietu ), skórne boczne i przednie, stawowe, opłucnowe i otrzewnowe. Obszar unerwienia czuciowego dotyczy skóry przedniej i bocznej ściany tułowia, żeber i połączeń stawowych żeber, opłucnej żebrowej oraz przeponowej, otrzewnej ściennej jamy brzusznej i przepony [1].

## Znaczenie kliniczne

Znajomość przebiegu powrózka naczyniowo-nerwowego jest kluczowa w m. in. procedurach chirurgicznych dotyczących ścian klatki piersiowej. Przykładem takiego zabiegu jest torakocenteza, czyli zabieg wykonywany w celu pobrania płynu z jamy opłucnej[4]. Nakłucie wykonuje się tuż nad górnym brzegiem żebra, aby uniknąć uszkodzenia nerwu międzyżebrowego (uwzględnienie przebiegu układu VAN).

Torakotomia to procedura polegająca na otwarciu klatki piersiowej w celu dotarcia do narządów, które są w niej zawarte takie jak: serce, płuca, czy przełyk. Jest to zabieg rozległy i często bardzo inwazyjny, może być wykonywany w celach diagnostycznych lub też leczniczych. Przy wykonywaniu torakotomii może dojść do uszkodzenia nerwu międzyżebrowego, co z kolei przekłada się na znaczne pooperacyjne dolegliwości bólowe u pacjenta. Naruszenie nerwu międzyżebrowego może w rezultacie doprowadzić do wywołania u pacjenta hiperalezji (nadwrażliwość na ból) lub allodynii (objawy bólowe spowodowane uszkodzeniem nerwu obwodowego) [6].

W anestezjologii w celu zniesienia bólu ostrego i przewlekłego, a także jako znieczulenie przed operacjami w obrębie klatki piersiowej i jamy brzusznej wykonuje się blokadę nerwu międzyżebrowego [5]. Iglę z środkiem znieczulającym wkłuwają się poniżej dolnego brzegu żebra, co umożliwia dotarcie znieczulenia w okolice przebiegu nerwu. Podobnie w przypadku wykonywania zabiegu blokady doopłucnowej wskazanej w przypadku postępowania przeciwbólowego przy złamaniach żeber, czy też neuralgii nerwów międzyżebrowych [5].

## Dyskusja i wnioski:

Pęczek nerwowo-naczyniowy klatki piersiowej w swoim nietypowym ułożeniu umożliwia wykonywanie różnego rodzaju procedur chirurgicznych ze względu na ułatwiony dostęp do nerwu międzyżebrowego. W kontekście budowy histologicznej, naczynia żyłne powinny być strukturami najbardziej chronionymi z powodu większej podatności na uszkodzenia, stąd ich położenie w bruzdzie żebra powyżej odpowiadającej im tętnicy.

## Piśmiennictwo/References

- [1] Bochenek A, Reicher M, Anatomia Człowieka, wyd. VI, PZWL, Warszawa 2015.
- [2] Czerwiński F, Krechowicki A, Zarys Anatomii Człowieka, wyd. 8, PZWL, Warszawa 2009.
- [3] Neeta V Kulkarni, Clinical Anatomy (A Problem Solving Approach), Second Edition, JP Medical Ltd, 2011
- [4] Boaz NT, Bernor RL, Meshida K, et al. Anatomy, Thoracotomy and the Collateral Intercostal Neurovascular Bundle. [Updated 2019 Jul 14]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 Jan-.
- [5] Kowalski G, Blokady regionalne - klatka piersiowa, plecy, brzuch; Regional blocks - thorax, back, abdomen; Anestezjologia i Ratownictwo 2010; 4: 354-360
- [6] Marchetti-Filho MA, Leão LE, Costa-Junior Ada S, The role of intercostal nerve preservation in acute pain control after thoracotomy, J Bras Pneumol. 2014 Mar-Apr;40(2):164-70.