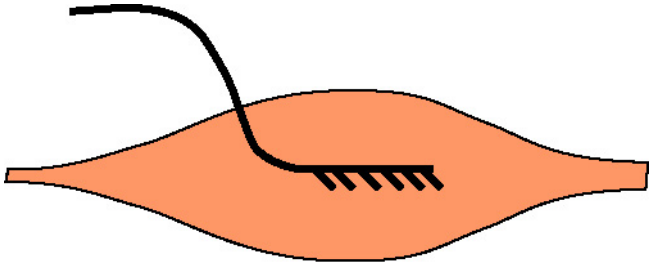
A.4.4. Twitch en Tetanus

Doel: Een spiercontractie op een verstandige en nuttige manier maken.

A. Vereiste definities en structurele componenten:

1. Een **skeletspier**; dit kan een kleine spier zijn zoals die in onze oogleden zitten of een grote spier zoals in het bovenbeen (de rectus femoralis bijvoorbeeld).
2. Deze spieren bestaan uit duizenden vezels (= cellen) die samen miljoenen sarcomeren bevatten.
3. Motorische zenuwen en zenuw-uiteinden (= motorische eindplaten) die al deze spiervezels innerveren.



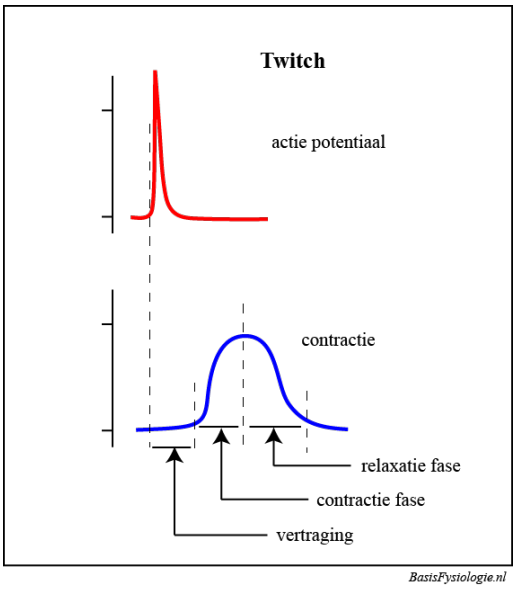
B. De Twitch:

1.
Als er slechts één actiepotentieel in de zenuw is dat de spier innerveert, dan zal de spier slechts éénmaal samentrekken. Dit wordt een **twitch** (= korte contractie) genoemd. Het is de minimale contractie voor de hele spier.

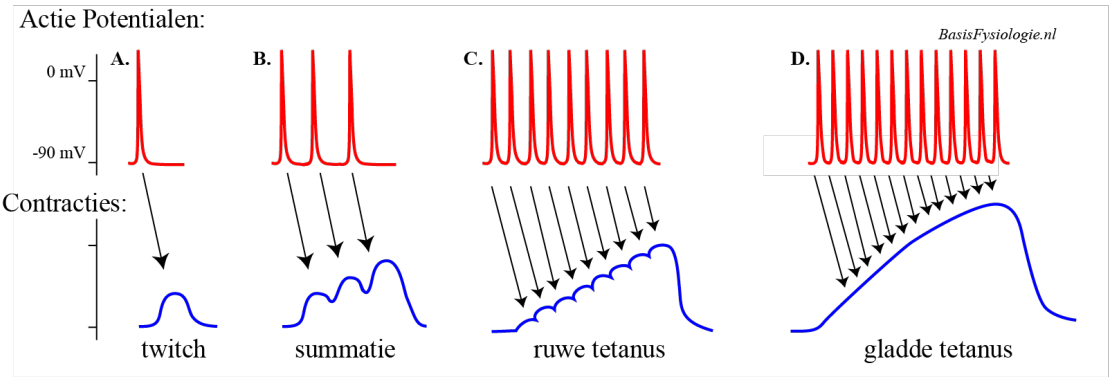
2.
Het is belangrijk in te zien dat de duur van de contractie, de twitch, veel langer duurt dan de duur van de actiepotentiaal.

3. De twitch heeft in feite **drie** fasen:

1. De **vertraging** (=delay). Dit is de tijd tussen de aankomst van het actiepotentiaal op de motor-eindplaat en het begin van de contractie. Deze tijd omvat diffusie van acetylcholine, de geleiding van de spier actiepotentiaal, afgifte van calciumionen uit het sarcoplasmatisch reticulum enz.
2. De **contractiefase**: dit is wanneer de actinemoleculen aan de myosinevezels worden gekoppeld en de kop van de kruisbruggen in cycli gaan draaien.
3. De **relaxatie fase**: de contractie is voorbij, calciumionen worden teruggepompt in het sarcoplasmatisch reticulum, de cross-bridges worden niet langer gevormd en de spier ontspant.



C. Van Twitch tot Tetanus:



1. Als we alleen maar spiertrekkingen hadden, zouden we moeite hebben met bewegen (bewegen in 'schokjes'!). We hebben veel twitches (en dus veel actiepotentialen) nodig om een goede beweging te maken.	2. Belangrijk is dat de duur van de contractie (twitch) langer is dan de duur van de actiepotentiaal.
3. Als, na de eerste spiertrekking, een tweede actiepotentiaal de spier prikkelt, genereert dit vervolgens een tweede spiertrekking.	4. Als de tijd tussen de eerste en de tweede actiepotentiaal kort is, begint de tweede contractie terwijl de eerste contractie nog aan de gang is (zie plaatje B).
5. Daarom zal de tweede contractie op een hoger niveau beginnen en een hogere piek bereiken. Dit fenomeen waarbij een contractie een "lift" krijgt van een eerdere contractie wordt **summatie** genoemd.	6. In bovenstaande figuur werd, in paneel B, een derde actiepotentiaal geïnitieerd, dat een derde contractie veroorzaakte, wat weer een extra summatie veroorzaakte. Na deze derde actiepotentiaal werd de zenuw stil en keerde de spier spanning terug naar het oorspronkelijke niveau.
7. Als de tijd tussen de opeenvolgende actiepotentialen nog korter wordt gemaakt, zullen de individuele twitches nog meer op elkaar summeren en de totale kracht van de hele spier verder toenemen (figuur, paneel C, **ruwe tetanus**)	8. Met een verdere toename van de actiepotentiaalfrequentie zullen de afzonderlijke twitches in elkaar "vervagen", waardoor een **gladde tetanus** ontstaat, een vloeiende contractie (paneel D).

D. Extra Notities:

1. In het dagelijkse en normale leven zijn alle contracties van onze skeletspieren gladde tetani (= meervoud voor *tetanus*). Voorbeelden hiervan zijn wandelen, schrijven, je hoofd draaien enz. Mogelijk is het enige voorbeeld van een twitch het knipperen van een ooglid (duurt ongeveer 0,1 seconde).	2. In pathologische situaties, wanneer er een probleem is met de coördinatie tussen zenuwen en spieren, is het mogelijk dat een ruwe tetanus zichtbaar wordt. Voorbeelden van dergelijke abnormale samentrekkingen zijn schudden, trillen en spasmen.
3. Het hele principe van summatie hangt af van het feit dat de duur van de actiepotentiaal (en de refractaire periode) veel korter is dan de duur van de daaropvolgende contractie. Een typisch actiepotentieel in een skeletspier duurt 2-5 msec, terwijl een contractie 100 tot 1000 milliseconden kan duren.	4. Als de duur van het actiepotentiaal wordt verlengd, vermindert dit de mogelijkheid van summatie. Dit zou abnormaal zijn in de skeletspier en wordt dan zichtbaar als tremoren.