

Numeriese simulاسie van bloedvloei deur slagare met stenoses

J (Jana) de Jongh, GJF Smit, M Cloete

Afdeling Toegepaste Wiskunde, Departement Wiskundige Wetenskappe, Universiteit Stellenbosch, Suid-Afrika
Korresponderende outeur: Jana de Jongh E-pos: 24988421@sun.ac.za

Numerical simulation of blood flow through stenosed arteries: This study investigates the effect of different stenosis geometries and the degree of the stenosis on certain blood flow characteristics, namely, velocity, pressure, and wall shear stress. Numerical simulations are conducted where steady and pulsatile blood flow is considered. The observed changes provide important insight into clinical implications.

Kardiovaskulêre siektes is die grootste oorsaak van sterftes wêreldwyd. Een van die hoofoorsake hiervan is die vernouing van slagare as gevolg van die opbou van plaak op die wande van die slagare, wat veroorsaak dat bloedvloei verhoed word. Dit staan bekend as 'n stenose. Die plaak kan onstabiel word, oopbars en 'n bloedklont vorm. Die obstruksie wat deur die bloedklont veroorsaak word kan aanleiding tot 'n hartaanval of 'n beroerte gee.

Die bestudering van bloedvloei om die ontwikkeling van hartsiektes te monitor, het dus 'n uiters belangrike navorsingsgebied geword. Wiskundige modelle om bloed se gedrag, onderhewig aan verskeie vloeitoestande, te bestudeer, kan kliniese implikasies hê, wat deur medici gebruik kan word. Die doel van hierdie navorsing is om die effek van verskillende tipes vernouings op spesifieke bloedvloeitoestande, naamlik snelheid, druk en wandskuifspanning, te ondersoek. Bloed word as 'n magswet-vloeistof ("power law fluid") beskou en die vloei daarvan word as tyd-onafhanklik en -afhanklik, gesimuleer.

Analitiese oplossings wat die snelheidsprofiel vir bloedvloei deur parallelle plate en deur 'n silinder beskryf, word bereken. Verskeie aannames is gemaak: bloedvloei is laminêr, bestendig en volledig ontwikkel. 'n Konstante drukgradiënt word in die vloerigting toegepas en die vloeistof word as onsaamdrukbaar beskou. Die momentum-oordragsvergelyking is as beginpunt gebruik, en, met behulp van bogenoemde aannames, is vergelykings vir die snelheidsprofiel vir bloedvloei deur parallelle plate en deur 'n silinder in terme van die gemiddelde snelheid bereken. Numeriese simulاسies van bloedvloei is in Ansys Fluent uitgevoer. Verskillende geometrieë van stenoses is ondersoek, naamlik stenoses met elliptiese, driehoekige en trapesium vorms. Die persentasie vernouing van die slagaar is ook ondersoek.

Die bloedvloeiempo deur 'n normale slagaar, asook deur slagare met verskillende tipes stenoses, is by spesifieke posisies bepaal. Die volgende posisies is geëvalueer: net voor die stenose, in die middel van die stenose, net na die stenose, asook by die uitlaat van die slagaarsegment. Daar is waargeneem dat namate die vloei die vernoude area nader, die snelheid toeneem en 'n maksimum waarde in die middel van die stenose bereik. Hierdie waarneming stem ooreen met die verskynsel dat wanneer daar 'n afname in die dwarsdeursnee-oppervlakte is, die snelheid sal toeneem om 'n konstante volumetriese vloeiempo te handhaaf. Hierdie effek word meer beduidend vir groter persentasie vernouings. Die vorm wat die stenose aanneem speel ook 'n rol, en daar is bevind dat die stenose met 'n trapesium vorm die grootste toename in snelheid toon, gevolg deur die elliptiese en driehoekige stenoses.

Die verandering in die druk, asook die wandskuifspanning, deur die slagaar met of sonder stenose, is ook ondersoek. Soortgelyk aan die snelheid, is daar bevind dat die teenwoordigheid van 'n stenose, soos verwag, 'n invloed het, en dat die vorm van die stenose ook 'n beduidende rol speel. Die effek van pulserende bloedvloei en die invloed daarvan op die bogenoemde vloeitoestande is ook ondersoek. Die kliniese implikasies van die veranderinge in elk van die vloeitoestande is bestudeer en bespreek.

Nota: 'n Seleksie van referaatopsommings: Studentesimposium in die Natuurwetenskappe, 30-31 Oktober 2024, Universiteit van die Vrystaat. Reëlingskomitee: Prof Rudi Pretorius (Departement Geografie, Universiteit van Suid-Afrika); Dr Hertzog Bisset (Suid-Afrikaanse Kernenergie-korporasie); Dr Ernie Langner (Departement Chemie, Universiteit van die Vrystaat); Dr Wynand Nel (Departement Rekenaarwetenskap en Informatika, Universiteit van die Vrystaat) en Prof Liesl van As (Departement Dierkunde en Entomologie, Universiteit van die Vrystaat).