

प्रस्तावना

माझ्या प्रबंधाचे शीर्षक वाचून, मला जाणवले की एखाद्या गैर-तज्ञ व्यक्तीला त्याचा विषय आणि महत्त्व समजणे जवळजवळ अशक्य आहे. काही महिन्यांपूर्वी, एका सार्वजनिक कार्यक्रमात बोलताना, मी एपिथेलियल टिश्यूजसह काम करतो असे नमूद केले. लोकांनी मला विचारले, "एपिथेलियल टिश्यू म्हणजे काय?" यामुळे मला विराम दिला आणि माझे काम गैर-शास्त्रज्ञांना कसे समजावून सांगावे यावर विचार करायला लावला. विशेषतः, मी काय करतो आणि हे पुस्तक काय दर्शवते हे माझ्या पालकांला समजावे अशी माझी इच्छा होती.

परदेशात पीएचडी करण्याच्या माझ्या निर्णयाला त्यांनी पाठिंबा दिला. त्यांचा आधार म्हणजे माझ्यासाठी जग आहे आणि मला ते समजू शकतील अशा भाषेत सर्वकाही समजावून सांगण्याची सक्ती वाटते. माझ्या पालकांनी मला नेहमी अभ्यास करण्यासाठी प्रोत्साहन दिले आणि माझ्यामध्ये शिक्षणाचे मूल्य बिंबवले. आता या पीएचडी प्रबंधाने मी त्यांची शिकवण पराकोटीला नेली आहे असे वाटते. मला अभ्यास करण्याची संधी मिळाली याबद्दल मी आनंदी आहे आणि मी ज्ञानाचा पाठपुरावा करत राहीन. पीएचडी दरम्यानचा माझा काळ आव्हाने आणि अनिश्चिततेने (महामारी, जागतिक आर्थिक संकट आणि युद्धे) भरलेला असला तरी, मी बरेच काही शिकलो. माझ्याकडे आता जगाचा व्यापक दृष्टीकोन आहे आणि त्यात माझी भूमिका आहे. मला विज्ञानाची खरी आवड आहे आणि नजीकच्या भविष्यात माझे वैज्ञानिक प्रयत्न सुरू ठेवण्याची माझी इच्छा आहे. शोध आणि नवनिर्मितीचा थरार मला प्रेरित करतो.

माझ्या प्रबंधाचा हा भाग लिहिताना मला फक्त एकच अडथळा येतो तो म्हणजे माझी मराठीची कमकुवत पकड. मी मराठीत अभ्यास करून किंवा लिहून पंधरा वर्ष उलटून गेली आहेत. विशेषतः वैज्ञानिक शिक्षणात इंग्रजी ही नेहमीच प्रमुख भाषा राहिली आहे. याची मला लाज वाटते. मी आनंदासाठी इंग्रजीतली असंख्य पुस्तके वाचली असली तरी मराठी किंवा हिंदीतील एकही पुस्तक वाचले नाही. मराठीच्या तुलनेत परदेशात राहिल्याने माझा हिंदीशी संबंध आणखी तुटला आहे. मी अजूनही माझ्या पालकांसोबत मराठी बोलू शकतो, पण वाचन आणि लेखनात माझी प्रवीणता वाढवण्याची गरज मी ओळखतो. तरी मी माझे संशोधन मराठीत समजावून सांगण्याचा सर्वतोपरी प्रयत्न करेन. मी मराठी संज्ञांच्या जागी इंग्रजी संज्ञांचा समावेश करण्याचा प्रयत्न करेन, कारण त्या गैर-शास्त्रज्ञांना अपरिचित असतील. याव्यतिरिक्त, हे माझे प्रबंध डिफेन्स समजून घेण्यास मदत करेल.

"मेकॅनिकस ऑफ एपिथेलियल टिश्यू सबजेक्टड टु कंट्रोलड प्रेशर"

माझा प्रबंध कशाबद्दल आहे हे शीर्षकच सांगते. तथापि, या विषयामध्ये एक्स्पर्ट नसलेल्या व्यक्तींसाठी याचा फारसा अर्थ असू शकत नाही. माझ्या पीएचडी संशोधनाचे स्वरूप केवळ प्रबंध

शीर्षकावरून समजून घेण्यासाठी भौतिकशास्त्रज्ञ किंवा जीवशास्त्रज्ञांनाही संघर्ष करावा लागेल. जीवशास्त्रज्ञ (बायोलोगिस्ट) विशिष्ट प्रकारचे एपिथेलियल टिश्यू आणि त्यात समाविष्ट असलेल्या विशिष्ट दाबांबद्दल चौकशी करू शकतात. दुसरीकडे, भौतिकशास्त्रज्ञ (फिसिसिस्ट), "यांत्रिकी" च्या अर्थावर प्रश्न विचारू शकतात आणि ते टिश्यूच्या हालचालींशी संबंधित आहे की दाब किंवा दाब अंतर्गत ऊतक (ऊती म्हणजे टिश्यू).

म्हणून, मला यातील प्रत्येक घटक सामान्य वाचकांसाठी बोलत असल्याप्रमाणे समजावून सांगणे आवश्यक आहे. शिवाय, जेव्हा आपण सखोल अभ्यास करतो तेव्हा अतिरिक्त प्रश्न उद्भवतात: या पेशी (सेल्स) काय आहेत? ते कसे मिळवले जातात? यांत्रिकी (मेकॅनिकस) म्हणजे काय? हे प्रश्न प्रबंधात थोडक्यात संबोधित केले असले तरी, वाचकांना, विशेषतः प्रबंध समितीकडे हे ज्ञान आधीच असेल असे गृहीत धरून मी त्यांचा विस्तृतपणे शोध घेतला नाही.

सेल्स आणि टिश्यू

जीवशास्त्र (बायोलॉजी) हा जीवनाचा वैज्ञानिक अभ्यास आहे. जेव्हा मी जीवनाचा विचार करतो तेव्हा मी लगेच ममानवांचा विचार करतो. तर, आपण काय अभ्यास करू शकतो? एक सोपा वैज्ञानिक प्रश्न असू शकतो: आपण कशापासून बनलो आहोत? आपण वेगवेगळ्या अवयवांनी बनलेले आहोत, काही बाहेरील जसे की हात, पाय आणि नाक आणि काही अंतर्गत जसे की हृदय, मेंदू, फुफ्फुसे आणि आतडे. पण जर आपण आपल्या अवयवांचा सखोल अभ्यास केला तर हे अवयव कशापासून बनलेले आहेत असा प्रश्न आपल्याला पडू शकतो. उत्तर उती (टिश्यू) आहे. आणि टिश्यू कशापासून बनतात? उत्तर पेशी (सेल्स) आहे.

हे घरासारखेच आहे. घर हे खोल्यांचे बनलेले आहे, खोल्या भिंतींनी बनलेल्या आहेत आणि भिंती विटांनी बनलेल्या आहेत. सेल्स या आपल्या शरीराच्या विटांसारख्या असतात. ज्याप्रमाणे विटा सिमेंटने एकत्र धरल्या जातात, त्याचप्रमाणे पेशी एकमेकांशी जोडलेल्या असतात आणि टिश्यू तयार करतात आणि मॅट्रिक्सने वेढलेले असतात.

घरातील साधर्म्यापासून दूर जाऊया कारण आपली शरीरे घरासारखी स्थिर नाहीत; आम्ही विविध कार्ये हलवतो आणि करतो. आपल्या शरीराची तुलना मशीनशी केली जाऊ शकते ज्याचे वेगवेगळे भाग भिन्न काम करतात.

ज्याप्रमाणे आपल्या शरीरात वेगवेगळे भाग असतात, त्याचप्रमाणे विशिष्ट कार्ये करण्यासाठी आपल्याकडे वेगवेगळ्या प्रकारच्या सेल्स आणि टिश्यू एकत्र काम करतात. फुफ्फुसातील सेल्स आपल्याला श्वास घेण्यास मदत करतात, मेंदूतील न्यूरॉन्स आपल्याला विचार करण्यास मदत कर-

तात, आणि पोटातील सेल्स पचनास मदत करतात.

मी ज्या सेल्ससोबत काम करतो ते सगळीकडे आहेत, जे आपल्या शरीरातील सर्व पेशींपैकी अंदाजे ६०% आहेत. त्यांना "एपिथेलियल सेल्स" म्हणतात. या सेल्स एकमेकांशी घट्ट जोडलेल्या असतात, एपिथेलियल टिश्यू तयार करतात. एपिथेलियल टिश्यू बहुतेक अवयवांना भोवती असते, दोन्ही अंतर्गत आणि बाहेरील. उदाहरणार्थ, आपली त्वचा एपिथेलियल टिश्यूने बनलेली असते ज्याला एपिडर्मिस म्हणतात. त्यांना "एपिथेलियल" असे नाव देण्यात आले कारण ते मूळतः ओठांच्या बाह्य पृष्ठभागावर आढळतात. "एपी" म्हणजे बाहेर, आणि "थेलियल" म्हणजे निष्पल.

एपिथेलियल टिश्यू खूप लवचिक असतात. ते आपल्या मूत्राशय आणि फुफ्फुसांमध्ये आढळू शकतात, जे स्ट्रेचिंग अनुभवतात. शिवाय, जेव्हा या टिश्यूना दुखापतीमुळे नुकसान होते, तेव्हा त्यांच्याकडे स्वतःला बरे करण्याची उल्लेखनीय क्षमता असते.

हे टिश्यू अडथळे म्हणून काम करतात, वेगवेगळ्या अवयवांना एकमेकांपासून वेगळे करतात आणि संरक्षक भिंती म्हणून काम करतात. एपिथेलियल टिश्यूच्या घट्टपणासह समस्या असल्यास, अवयव जिवाणू संक्रमण किंवा कर्करोगास असुरक्षित होऊ शकतात.

एपिथेलियल टिश्यूमध्ये अतिरिक्त कार्ये देखील असतात, जसे की पोषक शोषण किंवा आतड्यांमधील पचनासाठी एंजाइम स्राव. आतड्यांचा आतील सतह देखील एपिथेलियल टिश्यूने बनलेला असतो. शिवाय, आपल्या नाकातील विशेष सेन्सर्स असलेल्या एपिथेलियल पेशी आपल्याला वास घेण्यास मदत करतात.

काही घटनांमध्ये, हे टिश्यू फिल्टर म्हणून काम करतात. उदाहरणार्थ, फुफ्फुसात, आपण श्वास घेत असलेली हवा ते फिल्टर करतात, तर किडनी मध्ये ते रक्त फिल्टर करतात.

सर्वात महत्वाचे म्हणजे, एपिथेलियल टिश्यू मॉर्फोजेनेसिसमध्ये मदत करतात - जीवाच्या विकासाची आणि आकार देण्याची प्रक्रिया.

मॉर्फोजेनेसिस

"मॉर्फो" म्हणजे आकार आणि "जेनेसिस" म्हणजे निर्माण करणे. एकत्र ठेवा, याचा अर्थ आकार तयार करणे. जर तुम्ही गर्भवती महिलेचा अल्ट्रासाउंड पाहिला असेल, तर तुमच्या लक्षात येईल की बाळ खूपच लहान आहे आणि सर्व अवयव अजूनही तयार होत आहेत. आणि मोठा झाल्यावर काय होते याचा विचार करा. वाढीच्या या प्रक्रियेला डेवलपमेंट म्हणतात, आणि जे जीवशास्त्रज्ञ त्याचा अभ्यास करतात त्यांना डेवलपमेंटल जीवशास्त्रज्ञ म्हणतात.

मॉर्फोजेनेसिस हा डेवलपमेंटल जीवशास्त्रज्ञांसाठी एक आकर्षक विषय आहे कारण आपण

सर्व आपल्या आईच्या गर्भाशयात एकल पेशी म्हणून सुरू करतो. तो पेशी वाढतो आणि विभाजित होतो, सतत विभाजित आणि वाढतो जोपर्यंत तो पेशींचा एक गोळा बनतो ज्याला आपण भ्रूण म्हणतो. डेवलपमेंटचा हा टप्पा अनेक प्राण्यांसाठी सामान्य आहे.

तथापि, सेल्सचा हा बॉल नंतर आकार बदलतो आणि शरीराचे वेगवेगळे भाग आणि अवयव तयार करतो. शास्त्रज्ञ बर्याच काळापासून ही प्रक्रिया समजून घेण्याचा प्रयत्न करित आहेत. बायोलोगिस्टांनी डेवलपमेंट साठी जबाबदार असलेल्या जनुकांचा (जीन्स) शोध लावला आहे. जीन्स पेशींना काय करावे आणि केव्हा करावे याबद्दल सूचना देतात. ते बॉलपासून माशामध्ये कसे रूपांतरित होतात हे समजून घेण्यासाठी ते एपिथेलियल सेल्स सारख्या सेल्सचा अभ्यास करतात. सेल्सना ताणणे, वाढणे आणि एकत्र हलवणे आवश्यक आहे. शास्त्रज्ञ अजूनही या प्रक्रिया समजून घेण्यासाठी आणि एपिथेलियल टिश्यूबद्दल अधिक जाणून घेण्यासाठी काम करत आहेत, विशेषतः सेल्सचा स्मूथ बॉल कसा दुमडला जातो (फोल्ड होतो).

आता, आपण मेकॅनिकस दृष्टीकोन पाहू.

मेकॅनिकल इंजिनीअर आणि मटेरियल शास्त्रज्ञांसाठी, मॉर्फोजेनेसिस हे एक मनोरंजक क्षेत्र आहे. माझ्यासाठी, एपिथेलियल टिश्यू एक आश्चर्यकारक सामग्रीसारखे आहे. ते वाढू शकते, स्ट्रेच होऊ शकते आणि सिग्नल रेकॉर्ड करू शकते. खराब झाल्यावर, ते स्वतःच बरे देखील होऊ शकते. परिणामी, अनेक इंजिनीअर देखील हा मटेरियल समजून घेण्यासाठी धडपडत आहेत.

मी आधी सांगितल्याप्रमाणे, सेल्सना हलवणे, स्ट्रेच होणे आणि पिळणे आवश्यक आहे. मेकॅनिकस तत्त्वे लागू करून, आपण सेल्स या क्रिया कशा पूर्ण करतात हे समजून घेण्याचा प्रयत्न करू शकतो. सेल्स स्वतःला हलवण्यासाठी किंवा त्यांचा आकार बदलण्यासाठी फोर्स निर्माण करतात.

फोर्स हे पुश किंवा खेचण्यासारखे असतात ज्यामुळे वस्तू हलतात, थांबतात, दिशा बदलतात, किंवा त्यांचा आकार बदलतात. उदाहरणार्थ, जेव्हा तुम्ही एखाद्याला धक्का लावता, तेव्हा तुम्ही त्यांना हालचाल करण्यासाठी फोर्स लावत अहा. त्याचप्रमाणे, रबर बँड स्ट्रेच करण्यासाठी फोर्स वापरणे आवश्यक आहे.

यांत्रिकी (मेकॅनिकस) ही विज्ञानाची शाखा आहे जी वस्तू कशा हलतात आणि एकमेका वर फोर्स कसा लावतात याचा अभ्यास करतात. गोष्टी त्यांच्या पद्धतीने का हलतात आणि ते फोर्स कसा प्रतिसाद देतात हे समजून घेण्यास हे आम्हाला मदत करते.

या सेल्सचे परीक्षण करून, आपण मेकॅनिकस दृष्टिकोनातून त्यांना समजू शकतो. माझ्या पीएचडी दरम्यान, मी एपिथेलियल टिश्यूजचे मेकॅनिकस समजून घेण्याचा प्रयत्न केला.

मेकॅनिकस समजून घेण्यासाठी, गोष्टी फोर्सचा कसा प्रतिसाद देते हे आपण प्रथम समजून घेतले पाहिजे. हे सामान्यतः स्ट्रेचिंग प्रयोगांद्वारे साध्य केले जाते, गोष्टी कशी विकृत होते याचे निरीक्षण करून. आम्ही गोष्टी स्ट्रेच करण्यासाठी आवश्यक फोर्स मोजतो. या स्ट्रेचिंग प्रयोगांद्वारे,

आम्ही कोणत्याही गोष्टीची चांगली समज प्राप्त करू शकतो. इंजिनीअर म्हणून, आपण या ज्ञानाचा उपयोग गोष्टी तयार करण्यासाठी करू शकतो.

उदाहरणार्थ, कोणीतरी प्लॅस्टिक ची खुर्चीची रचना करण्याचा विचार करा. इंजिनीअरने खुर्चीवर बसणाऱ्या लोकांचे वजन (फोर्स) सहन करू शकेल असे मटेरियल निवडणे आवश्यक आहे. प्लास्टिक वाकणे किंवा तुटू नये. हे पूर्ण करण्यासाठी, इंजिनीअरांना विविध परिस्थितीत प्लास्टिकचे वर्तन समजून घेणे आवश्यक आहे.

त्यांनी सतत फोर्सचा विचार केला पाहिजे, जसे की एखादी व्यक्ती दीर्घकाळासाठी खुर्चीवर बसलेली असते, तसेच अनेक लोक खुर्चीचा वापर करतात तेव्हा गतिशील फोर्सचा विचार केला पाहिजे. याव्यतिरिक्त, त्यांना प्लास्टिकवरील दीर्घकालीन परिणामांचा विचार करणे आवश्यक आहे.

माझ्या पीएचडी दरम्यान, मी एपिथेलियल टिश्यूजच्या अभ्यासासाठी ही मेकॅनिक्स तंत्रे लागू करण्याचा प्रयत्न केला.

ऍक्टोमायोसिन नेटवर्क

खुर्चीच्या उदाहरणाप्रमाणे, एपिथेलियल टिश्यू प्लास्टिकसारखे सोपे नाही. प्लॅस्टिक हे पॉलिमरचे बनलेले असते, जे रेणू (मोलेक्युलस) नावाच्या लहान बिल्डिंग ब्लॉक्सपासून बनलेल्या लांब साखळ्यांसारखे असतात.

ज्याप्रमाणे तुम्ही एक लांब साखळी तयार करण्यासाठी बिल्डिंग ब्लॉक्सला जोडू शकता, त्याचप्रमाणे शास्त्रज्ञ आणि इंजिनीअर पॉलिमर म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या लांब साखळी तयार करण्यासाठी रेणू जोडू शकतात. अशा अनेक लांब पॉलिमर साखळ्या एकत्र करून प्लास्टिक तयार केले जाते, या एक गोंधळलेली गोष्टी सारखी असते. यामुळे प्लास्टिकचे मटेरियल मजबूत आणि लवचिक दोन्ही बनते.

आम्ही पॉलिमरमध्ये क्रॉसलॅंकिंग रेणू देखील जोडू शकतो, हे एका गोंद सारखे आहे जे पॉलिमर चेन ला एकमेकांना जोडते. प्लॅस्टिकमध्ये जास्त क्रॉसलॅंकिंग असल्यास, प्लास्टिक खूप मजबूत होऊ शकते.

त्याच प्रकारे, सेल्स मध्ये प्रथिने (प्रोटीन) असतात ज्याची तुलना पॉलिमरशी केली जाऊ शकते. सेल आकार राखण्यासाठी जबाबदार विशिष्ट प्रोटीने आहेत, ज्याला सायटोस्केलेटल प्रोटीने म्हणतात. हे प्रोटीन नेटवर्क सारखी रचना तयार करतात जी सेलच्या आकारात योगदान देतात.

जर एखाद्या टिश्यू ना त्याचा आकार बदलण्याची गरज असेल, तर त्यातील सेल्सनीही त्यांचा

आकार बदलला पाहिजे. हे साध्य करण्यासाठी, प्रोटीन नेटवर्कमध्ये बदल करणे आवश्यक आहे. माझ्या संशोधनाच्या संदर्भात, ऍक्टोमायोसिन नेटवर्क विशेषतः महत्त्वपूर्ण आहे.

ऍक्टोमायोसिन नेटवर्कमध्ये ऍक्टिन पॉलिमर आणि मायोसिन क्रॉसलॅंक्स असतात. तथापि, सामान्य प्लास्टिकच्या विपरीत, सेल्स जिवंत घटक आहेत आणि हे पॉलिमर आणि क्रॉसलॅंक्स हालचाल करण्यास सक्षम आहेत. जेव्हा आपण जेवण खातो, तेव्हा ते उर्जेमध्ये रूपांतरित होते, ज्याचा उपयोग क्रॉसलॅंक्स हलविण्यासाठी आणि नेटवर्कमध्ये तणाव निर्माण करण्यासाठी केला जाऊ शकतो.

एक्टिन पॉलिमरपासून बनवलेल्या दोन दोऱ्या शेजारी शेजारी ठेवल्या आहेत आणि मायोसिन क्रॉसलॅंक्सने जोडलेल्या आहेत अशी कल्पना करू या. मायोसिन ऊर्जा वापरत असताना, ते दोन्ही दोंरांना जवळ ओढून आतमध्ये सरकते. अशा कनेक्शनच्या नेटवर्कमध्ये, ही अंतर्बाह्य खेचणारी फोर्स त्यातील प्रत्येक गोष्टीवर परिणाम करते. या फोर्समुळे पेशींचा आकार बदलतो.

तंतोतंत एपिथेलियल टिशू इतके इंटरेस्टिंग आहेत. जेव्हा आपण त्यांना स्ट्रेच करतो तेव्हा ऍक्टोमायोसिन नेटवर्क स्ट्रेचिंगला प्रतिसाद देते. मायोसिन फिरते आणि बाह्य फोर्सचा प्रतिकार करू शकते. नेहमीच्या प्लास्टिकच्या विपरीत, जे अशा प्रकारे फोर्सवर प्रतिक्रिया देऊ शकत नाही कारण ते जिवंत नाही, एपिथेलियल टिशू सक्रिय सामग्री (अक्टिव मटेरियल) मानली जाते. मायोसिन क्रॉसलॅंक्सच्या हालचालीची प्रक्रिया ही एक सक्रिय प्रक्रिया आहे जी सेल्सना आकार बदलण्यास आणि बाह्य फोर्सचा प्रतिकार करण्यास सक्षम करते. काही प्रयोगांमध्ये, जेव्हा पेशी एका दिशेने ताणल्या जातात तेव्हा ऍक्टोमायोसिन नेटवर्क स्ट्रेचिंगवर प्रतिक्रिया देते आणि त्यानुसार दिशा बदलते.

माझ्या प्रबंधाचा उद्देश एपिथेलियल टिशूचे मेकॅनिकस समजून घेणे आणि विविध टिशूचे निर्मिती तयार करण्यासाठी आपण त्याचे आकार कसे हाताळू शकतो हे शोधणे हा होता.

एक्सपरिमेंट

माझ्या पीएचडी दरम्यान, माझा बहुतेक वेळ एक उपकरण विकसित करण्यासाठी गेले, जे एपिथेलियल टिशू स्ट्रेच करण्यासाठी, फोर्स मोजण्यासाठी आणि सेल्सचे परीक्षण करण्यास सक्षम आहे. बऱ्याच प्रयत्नांनंतर, मी मॉली: मोनोलेअर इन्फ्लेटर म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या उपकरणाचा अविष्कार केला. सोप्या भाषेत, या उपकरणामध्ये लहान छिद्रे असलेले प्लास्टिक असते. मी त्याच्या वर एपिथेलियल टिशू ठेवू शकतो आणि दुसऱ्या बाजूने दबाव (प्रेसर) आणू शकतो.

प्लास्टिकवर सेल्स चिकटवण्यासाठी मी प्लास्टिकला फायब्रोनेक्टिन नावाच्या प्रोटीनने लेपित

केले. मी मायक्रोस्कोपचा वापर करून फायब्रोनेक्टिनसह पॅटर्न तयार केले. या पॅटर्न मध्ये काही जागे वर कमी प्रोटीन लेपले आणि काही वर जास्ती. परिणामी, जेव्हा प्रेशर लागू केला जातो तेव्हा टिश्यू कमी प्रोटीन भागांपासून विलग होतात आणि फुगतात. आम्ही या 3D रचनांना "डोम" म्हणून संबोधतो.

ही मेथोड वापरून, आम्ही सेल्सला स्ट्रेच करू शकतो आणि बॉल सरकी रचना तयार करू शकतो. याव्यतिरिक्त, आम्ही संपूर्ण प्रक्रियेदरम्यान सेल्सनी अनुभवलेली फोर्स आणि स्ट्रेचिंग मोजण्यासाठी मायक्रोस्कोपी वापरू शकतो.

प्रेशर नियंत्रित करणे हा आमच्या प्रायोगिक सेटअपचा एक महत्त्वाचा पैलू आहे आणि सेल्समधील फोर्स समजून घेण्यासाठी मेकॅनिकस तत्त्वे लागू करणे आवश्यक आहे. जेव्हा आम्ही सुरुवातीला या डोमचे निरीक्षण केले तेव्हा आम्हाला त्यांचा परिपूर्ण गोलाकार आकार दिसला. निसर्गात, गोलाकार आकार अत्यंत लक्षणीय आहे.

एका गोलाकर बॉल ला कोणत्याही साईडनी बघितले, ते आपल्याला गोल च दिसते.

जेव्हा कागदाचा तुकडा चुरगाळण्यासारखे काहीतरी घट्ट पॅक करण्याचा विचार येतो, तेव्हा आम्ही बॉल तयार करतो कारण ते दिलेल्या वॉल्यूमसाठी पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ कमी करते. पृथ्वी स्वतःच जवळ जवळ गोलाकार आहे कारण गुरुत्वाकर्षण सर्व दिशांना समान शक्ती वापरते, त्याला गोलाकार आकार देण्यासाठी.

त्याचप्रमाणे, पाण्यातील बुडबुडे (बबल) गोलाकार स्वरूप धारण करतात. लाप्लेसचा नियम या घटनेबद्दल आपल्याला समझवू शकतो. या कायद्यानुसार, बबलमधील दाब बाहेरील दाबापेक्षा जास्त असतो. हे दाब चा फरक बबलला त्याचा आकार टिकवून ठेवण्यास सक्षम करते आणि ते कोसळण्यापासून थांबावते. जणू काही हवा आतून फोर्स वापरत आहे, बबलचा विस्तार करण्यासाठी, तर बाह्य हवा दुसरी कडून फोर्स लागू करते आणि बबल दाबण्यासाठी.

ही संकल्पना स्पष्ट करण्यासाठी एक उदाहरण घेऊ. दोन बुडबुडे कल्पना करा - एक लहान आणि एक मोठा. लहान बबलमध्ये कमी हवा असते, परिणामी त्याच्या भिंतींवर दबाव कमी असतो. याउलट, मोठ्या बबलमध्ये जास्त हवा असते, ज्यामुळे त्याच्या भिंतींवर जास्त दाब असतो.

लाप्लेसचा नियम बबलच्या त्रिज्या आणि दाबाच्या फरकाला बबलच्या पृष्ठभागावरील फोर्सशी जोडतो. या फोर्सला पृष्ठभाग तणाव (सरफेस टेन्शन) म्हणतात.

गोलाकार आकार विशेष आहे कारण तो संपूर्ण बबलमध्ये दाबाचे समान वितरण करण्यास अनुमती देतो. हा आकार बबलच्या पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ कमी करतो आणि अंतर्गत जागा वाढवतो. हे असे आहे की बबल आतमध्ये हवा सामावून घेण्याचा सर्वात कार्यक्षम मार्ग शोधण्याचा प्रयत्न करतो.

आपल्या बाबतीतही असेच काहीतरी घडते. दाबामुळे सपाट टिश्यू गोलाकार आकारात बदलते.

वाढलेल्या दाबामुळे मोठे डोम तयार होते आणि टिश्यूमध्ये टेन्शन वाढतो. लालप्लेसचा नियमाचा वापर करून, आपण डोमचा दाब आणि आकार मोजून डोमतील शक्तींची गणना करू शकतो.

हा दृष्टिकोन आपल्याला ऊर्तीमधील आकार, आकार आणि टेन्शन नियंत्रित करू शकतो.

हे करण्यासाठी मला तीन वर्षे लागली. मी डिझाईन तयार केले आणि स्वतः इन्स्ट्रुमेंट बनवले, मार्गात त्याचे डिझाईन सुधारित केले. मी टिश्यू आणि प्रोटीन कोटिंगसह मोठ्या प्रमाणावर काम केले. मला या संपूर्ण प्रक्रियेत अमूल्य ज्ञान मिळाले, आणि त्यासाठी वेळेची महत्त्वपूर्ण गुंतवणूक आवश्यक होती.

आता आपण असली एक्सपेरिमेंट करण्या साठी तयार अहो.

टिश्यू फुगवणे

जसे मी प्लॅस्टिकबद्दल आधी स्पष्ट केले होते, कोणत्याही मटेरियल ला समजण्या साठी आपापल्या त्यांना स्ट्रेच करणे आणि फोर्स मोजणे खूप महत्वाचे आहे. आम्ही हे सारखा एक्सपेरिमेंट एपिथेलियल टिश्यू सोबत करणार.

सर्वात आधी मी २०० पास्कल चा स्थिर दाब वापरून एपिथेलियल टिश्यू स्ट्रेच केले. जसे आधी सांगितले तसे, ते फुगले डोम सारखे. पण टिश्यू फुग्यासारखे वागत नव्हते जे दाब लावल्यावर लगेच फुगते. त्याऐवजी, टिश्यू हळूहळू ताणला गेला आणि ५ मिनिटांच्या कालावधीत सतत दाबाने ताणत राहिला.

या निरीक्षणामुळे आम्हाला हे समजले की सेल्स आणि टिश्यूमधील ऍक्टोमायोसिन नेटवर्क ताणून लागू केलेल्या दाबाला प्रतिसाद देत आहे. सेल्स बाह्यरित्या लागू केलेल्या दाबासह अंतर्गत फोर्सचा समतोल साधण्याचा प्रयत्न करत असताना टिश्यू गोलाकार आकार घेतात. ऍक्टोमायोसिन नेटवर्क नवीन टिश्यूच्या आकाराशी जुळवून घेण्यासाठी आकारात बदल घडवून आणते, ज्यामुळे फोर्स संतुलित राहते आणि स्थिरता राखते.

या वर्तनाबद्दल अधिक अंतर्दृष्टी मिळविण्यासाठी, मी बदलता दबाव टाकला. जेव्हा मी दाब (प्रेसर) वेगळी स्पीडनी लावले, जसे की प्रेशर ० पासून २०० पर्यंत जाते आणि ० वर वापीस येते २० सेकंदांच्या आत,. सेल्स काही तितके स्ट्रेच नाही झाले, आणि डोम चा साईझ लहान होता. याव्यतिरिक्त, दाब बदलण्याच्या प्रत्येक चक्रानंतर, टिश्यू पूर्णपणे फ्लॅट (सपाट) होत नाही. जेव्हा प्रेशर ० असते डोम तेव्हा फ्लॅट असतो. २०० वर डोम व्हडतो होतो आणि जेव्हा प्रेशर वापीस ० येणार तो पुन्हा फ्लॅट व्हाल हवा. पण तो होत नाही.

दुसरीकडे, जेव्हा मी २००० सेकंदांच्या कालावधीत टिश्यू हळूहळू फुगवले आणि नंतर हळूहळू

प्रेसर कमी केले, तेव्हा सेल्स ताणल्या आणि डिफ्लेशन (प्रेशर कमी करणे) झाल्यावर सपाट स्थितीत परत आल्या. हे वर्तन सातत्याने पुनरावृत्ती होऊ शकते.

या निरीक्षणांवरून, आम्ही असा निष्कर्ष काढला की सेल्समधील ऍक्टोमायोसिन नेटवर्कला दाबातील बदलांशी जुळवून घेण्यासाठी वेळ लागतो. जेव्हा टिश्यू वेगाने स्ट्रेच केले जाते, तेव्हा नेटवर्कमध्ये बदलण्यासाठी आणि ताणलेल्या स्थितीत समायोजित करण्यासाठी पुरेसा वेळ नसतो. तथापि, जेव्हा स्ट्रेचिंग हळूहळू केले जाते, तेव्हा नेटवर्क दबावातील बदलांना सामावून घेऊ शकते आणि टिश्यूना त्याच्या मूळ स्थितीत परत येऊ देते.